

PALEOSUELOS EN LA SIERRA DE BACHICHA,  
PARTIDO DE BALCARCE  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

POR MARIO E. TERUGGI, LUIS A. SPALLETTI Y LUIS H. DALLA SALDA

---

RESUMEN

Este primer estudio detallado de paleosuelos cuaternarios de la Argentina comienza con la descripción de las características litológicas de un perfil cuaternario de un frente de cantera de Punta Tota, Sierra de Bachicha, en el que se reconocieron dos paleosuelos por debajo del actual.

Una cuidadosa investigación de laboratorio de las muestras obtenidas permitió comprobar que algunas propiedades parecen ofrecer buenas posibilidades de ser útiles como indicadores de paleosuelos; entre otras, se destacan: la desviación standard, la curtosis, el contenido de colofanita, de  $\text{CaCO}_2$  y de materia orgánica y la presencia de ciertos argilominerales interestratificados. De este modo, los datos de laboratorio y de campo, permitieron detectar la presencia de un tercer paleosuelo en el perfil estudiado.

Se clasifican los tres paleosuelos y se comentan sus significados climáticos. Además, se ubican los paleosuelos en los esquemas estratigráficos cuaternarios y se caracteriza una *paleosuperficie*, llamada Tandil, ubicada en el Pampeano medio a superior.

ABSTRACT

The paper is a report of the first detailed study of Quaternary paleosols in Argentina.

The lithological characteristics of the Quaternary section exposed by a quarry cut at Punta Tota, Sierra de Bachicha, are described and two paleosols are recognized. Field observations on paleosols are checked by numerous data obtained through laboratory analysis. Thus, it is shown that certain properties of sediments, such as standard deviation, kurtosis, content of collophane,  $\text{CaCO}_2$  and organic matter and the presence of some mixed-layer minerals, appear to have possibilities

as paleosol indicators. The combination of field and laboratory methods revealed the existence of a third paleosol in the study area.

The classification of the three paleosols is attempted and their climatic significance is discussed. The paleosols are then placed in the Pampean stratigraphical patterns and a Middle to Upper Pleistocene *paleosurface*, called Tandil paleosurface, is characterized in the loessoid deposits of the area.

## INTRODUCCION

Hasta el presente, ha sido poco explorada la posibilidad de que existan paleosuelos en la Argentina. Si se exceptúa la contribución de Teruggi y Andreis (1971) sobre microestructuras edáficas en sedimentitas precuaternarias, no se han publicado otros trabajos sobre el tema, que sólo cuenta con algunas menciones ocasionales de geólogos, geomorfólogos o pedólogos.

Sucede, sin embargo, que la mayoría de los paleosuelos registrados en la literatura mundial corresponden al Cuaternario, cuyos depósitos continentales son los que ofrecen más posibilidades para el reconocimiento de entidades edáficas. Por ello, como en nuestro país son muy abundantes los sedimentos continentales cuaternarios —tales como los del denominado Pampeano— no deja de extrañar la escasa atención que se ha prestado a los paleosuelos.

Hace algunos años, uno de los autores (M. E. T.), al estudiar la sedimentología de los clásicos afloramientos de Barranca de los Lobos y Miramar (Teruggi *et al.*, 1958), sospechó que pudiera haber en ellos abundantes paleosuelos. Con todo, esa sospecha no fue investigada y sólo en el último año, como resultado de experiencias directas sobre paleosuelos europeos, se inició una sistemática investigación paleoedáfica, que evidentemente puede tener gran repercusión en el conocimiento de la sedimentología, la climatología y la estratigrafía del Cuaternario.

El presente trabajo es el primer resultado de ese plan de investigación, que se proseguirá con otros estudios —ya iniciados— en las sierras de Tandil, las barrancas costeras cercanas a Mar del Plata y otras localidades del ámbito bonaerense. En la presente contribución podrá apreciarse que las observaciones e interpretaciones de campo han sido plenamente confirmadas por los datos de laboratorio.

Estamos convencidos de que, una vez que la profesión geológica tome conciencia de la importancia de los paleosuelos en las series estratigráficas, se multiplicarán las comunicaciones científicas sobre su

distribución en numerosas formaciones continentales del territorio nacional.

#### LA ZONA DE ESTUDIO

Los paleosuelos que son el motivo del presente estudio fueron descubiertos durante una campaña geológica a la región de Balcarce, efectuada en noviembre de 1970.

Específicamente, fueron hallados en la punta meridional de la Sierra de Bachicha (la denominada Punta Tota, Nájera, 1940) que se alza a pocos metros de ruta nacional 226, y a escasa distancia de la intersección de ésta con la ruta provincial 55.

En la zona (fig. 1) afloran rocas metamórficas del basamento cristalino, en las que se han abierto diversos frentes de cantera destinados a la explotación de piedra partida y triturada. La existencia de estos cortes posibilita la observación directa, tanto de las metamorfitas como de los depósitos cuaternarios.

Las rocas precámbricas de la región son esencialmente gneises granatíferos, en parte migmatíticos. Hacia el norte, el basamento cristalino está cubierto por un espesor de hasta 80 metros de ortocuarcitas de la Serie de la Tinta, atribuida corrientemente al Paleozoico inferior, aunque con dudas (cf. Amos et al., 1972).

En la zona de estudio, el basamento forma lomas y lomadas suaves, que en muchos sitios están al descubierto. Más comúnmente, y en especial en las laderas de las lomas, se presenta una cubierta cuaternaria, cuyo espesor es variable, desde unos pocos decímetros hasta unos 6-8 metros. En parte, esos depósitos son de tipo coluvial, pero existen además sedimentos alóctonos más o menos entremezclados con el detrito de falda. Ambos tipos de depósitos forman un cinturón de derrubio que bordea todo el pie de la sierra de Bachicha y, en general, todas las serranías de Balcarce.

#### PERFIL DE LA CANTERA PUNTA TOTA

En las figuras 2 y 3 se muestra el perfil geológico tal cual puede apreciarse a ambos lados del camino de acceso al a cantera, actualmente abandonada. El espesor y otras características de los depósitos cuaternarios parecen indicar que esta sucesión se ha acumulado en una parte algo deprimida del basamento, posiblemente un pequeño valle que ha sido rellenado al concluirse la etapa de degradación.

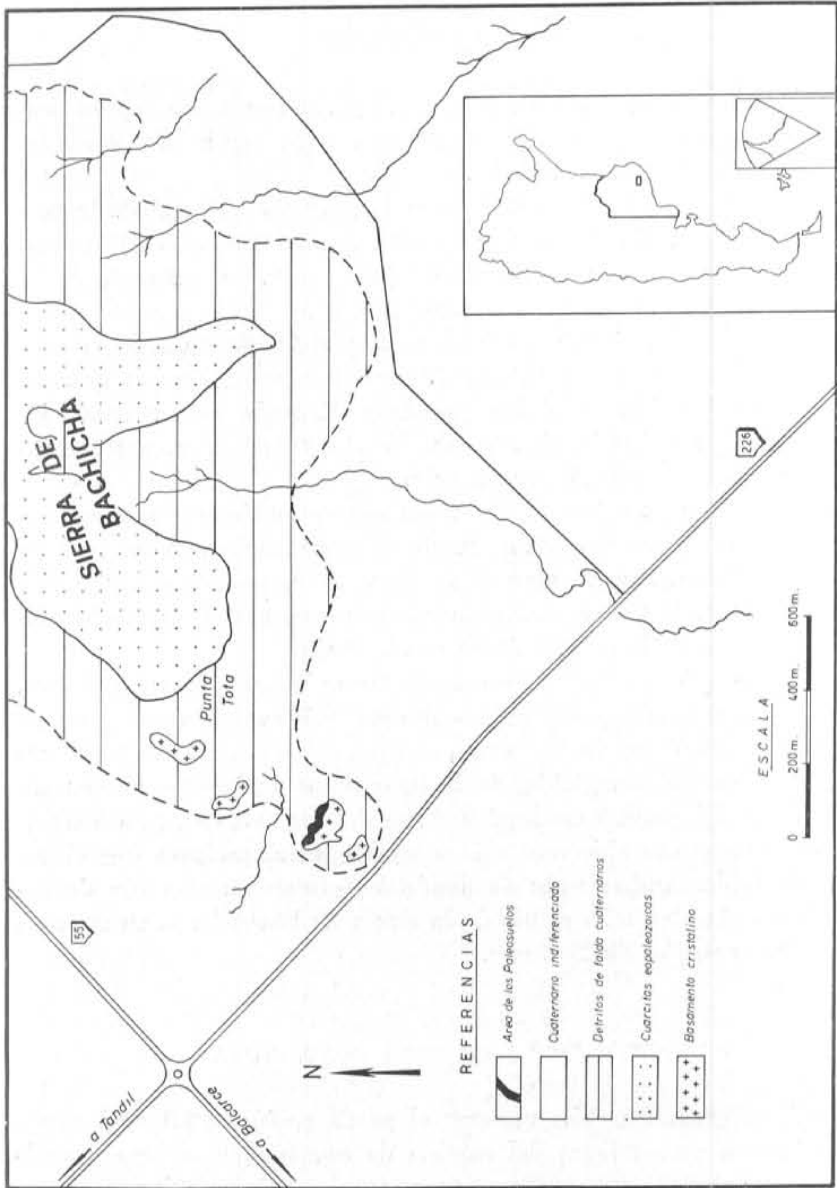


Fig. 1. — Foto-mapa geológico del área Punta Tota (Sierra Bachicha)

Dr. C. F. Argente



Fig. 2. — Detalle del borde norte del camino de acceso a la cantera. Se distingue, debajo del paleosuelo negro, un horizonte con estructura prismática. La zona entoseada (nivel 3) se halla a la altura de la persona.



Fig. 3. — Borde sur del camino de acceso a la cantera. Se observa claramente el paleosuelo negro (nivel 5) por debajo del suelo actual

A partir del basamento gnéísico, desde la base hacia el techo se encuentra la siguiente sucesión litológica:

- 0,00 - 0,50 m : Psefita de faldeo, lenticular. Fenoclastos gnéísicos angulosos de tamaño variable, hasta 30 cm. Matriz arenosa-loesoide.
- 0,50 - 1.60 m : Sedimento loesoide en cuerpo lenticular de poca extensión (2,50 m de desarrollo lateral). Intercalado entre depósitos psefíticos, el sedimento de color castaño claro está atravesado por venillas calcáreas verticales y horizontales de 2-8 mm de espesor, (muestra 2). El techo es una superficie algo irregular que presenta un entoscamiento de 5 mm de potencia.
- 1,60 - 4,10 m : Psefita de faldeo, lenticular. Fenoclastos angulosos gnéísicos, que se distribuyen preferentemente en tres camadas : una inferior, con tamaño de fenoclastos entre 7 y 10 cm ; una media, (muestra 3) con fenoclastos menores, entre 3 y 5 cm ; y una superior, con fenoclastos similares a los de la camada inferior. Las camadas psefíticas están separadas por intercalaciones loésico-arenosas. Fuerte entoscamiento de las superficies de los fenoclastos y las intercalaciones loésico-arenosas.
- 4,10 - 5,50 m : Loess pardo, deleznable, arenoso muy fino. Se presenta como un estrato tabular, en el que se observa una estructura prismática poco marcada, con prismas verticales de 30-40 cm de ancho (muestras 4 a y 4 b).
- 5,50 - 5,85 m : Paleosuelo negro (muestra 5).
- 5,85 - 6,35 m : Loess pardo, deleznable, similar al situado debajo del paleosuelo negro. El espesor de loess se adelgaza lateralmente (muestra 6).
- 6,35 - 6,85 m : Suelo actual (muestra 7).

La sucesión litológica descrita permite entrever cuál ha sido la historia de la sucesión. Con anterioridad a toda depositación, imperó un período erosivo (posiblemente debido a ascenso de la sierra, combinado con acción fluvial intensa), que labró vallecitos en los faldeos de la serranía. Concluida la erosión, se produjo el depósito del primer sedimento, de tipo psefítico y posiblemente de naturaleza coluvial-fluvial. Los fenoclastos gnéísicos, derivados del basamento, se entremezclaron con materiales loesoides y arenosos alóctonos en buena parte.

Este primer episodio deposicional fue seguido de una acumulación cólica, de poca magnitud, tras la cual se reactivó o prosiguió la depositación fluvio-coluvial, con pulsos alternantes menores de sedimentación psefítica y loesoide. Con este episodio finaliza el depósito de materiales gruesos y se produce el arribo de abundantes sedimentos cólicos, que un poco se entremezclan con el detrito local. Sobre este depósito se desarrolló el paleosuelo, que fue posteriormente soterrado

por nuevos materiales eólico-coluviales. El ciclo se cierra con el desarrollo del suelo actual.

Con respecto a la edad de los depósitos, no hay duda de que son cuaternarios, en parte del Pleistoceno, en parte del Holoceno. En las conclusiones del trabajo se volverá a esta cuestión.

#### ESTUDIO DEL PERFIL

La investigación sedimentológica del perfil se realizó sobre las muestras que se marcan en la figura 4 (2, 3, 4a, 4b, 5, 6 y 7), que se consideran representativas de los sedimentos descriptos.

#### COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Los análisis mecánicos, efectuados según las técnicas sedimentológicas corrientes (tamizado y pipeteo), se hicieron sobre las muestras totales, salvo en el caso de la 3, de la que se excluyó la fracción pséfitica.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1 y aparecen graficados en la figura 4. Se aclara que las determinaciones se realizaron a  $1/2$  phi para efectuar el cálculo de los coeficientes estadísticos.

Puede apreciarse que, si bien los sedimentos son relativamente uniformes, se distinguen algunas variaciones de interés. La fracción arena se mantiene relativamente constante en el perfil, pues sólo varía entre 60 y 47 % (fig. 4). Algo más cambiante es la proporción de la fracción limo, que es de 44 %, en la base y de 35 % en el techo, con variaciones intermedias poco acusadas. En general, cuando aumenta la fracción limo también lo hace la de arena. La fracción arcilla, si bien es la más reducida, es en cambio la más variable, con un pico de 24 % en la muestra 5, y otros de 17 % en la 3 y de 16 % en la 7. Salvo el caso de la muestra 7, el aumento de la fracción arcilla no está acompañado de una disminución de la de arena. Este hecho, y la consiguiente disminución de la fracción limo en los niveles en que aumenta la arcilla, nos hacen suponer que pueden haberse producido translocaciones o desplazamientos de los materiales arcillosos, que se habrán concentrado en ciertos niveles.

En base a su composición granulométrica, los sedimentos del perfil corresponden en su mayoría a arenas limosas o arenas limo-arcillosas (aquellos niveles, especialmente el 5, donde la fracción arcillosa es más abundante).

**TABLA 1**  
**Composición granulométrica porcentual**

Micrones	1000	500	250	125	62	31	16	8	4	2	1	0,5	0,25
Valor $\phi$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Muestra 7...	10,98	9,37	15,00	5,74	9,21	14,58	5,56	6,90	6,20	5,95	2,30	4,10	4,22
Muestra 6...	—	3,20	2,69	2,44	51,82	24,76	3,03	4,80	1,38	1,00	1,20	2,12	2,13
Muestra 5...	8,62	10,48	15,71	5,79	14,18	10,40	3,00	4,10	4,21	1,60	3,68	3,68	14,37
Muestra 4b...	—	2,58	2,49	2,38	45,91	21,30	2,80	3,20	0,60	1,39	9,10	3,08	5,06
Muestra 4a...	—	1,53	1,62	2,31	53,61	22,60	6,04	3,03	0,18	1,61	0,54	3,60	3,20
Muestra 3...	24,9	6,15	10,92	7,28	8,11	6,10	5,80	7,56	7,30	5,80	3,00	5,60	2,20
Muestra 2...	3,89	11,66	11,22	4,22	16,10	30,27	7,48	5,53	2,14	0,90	3,38	1,60	1,60



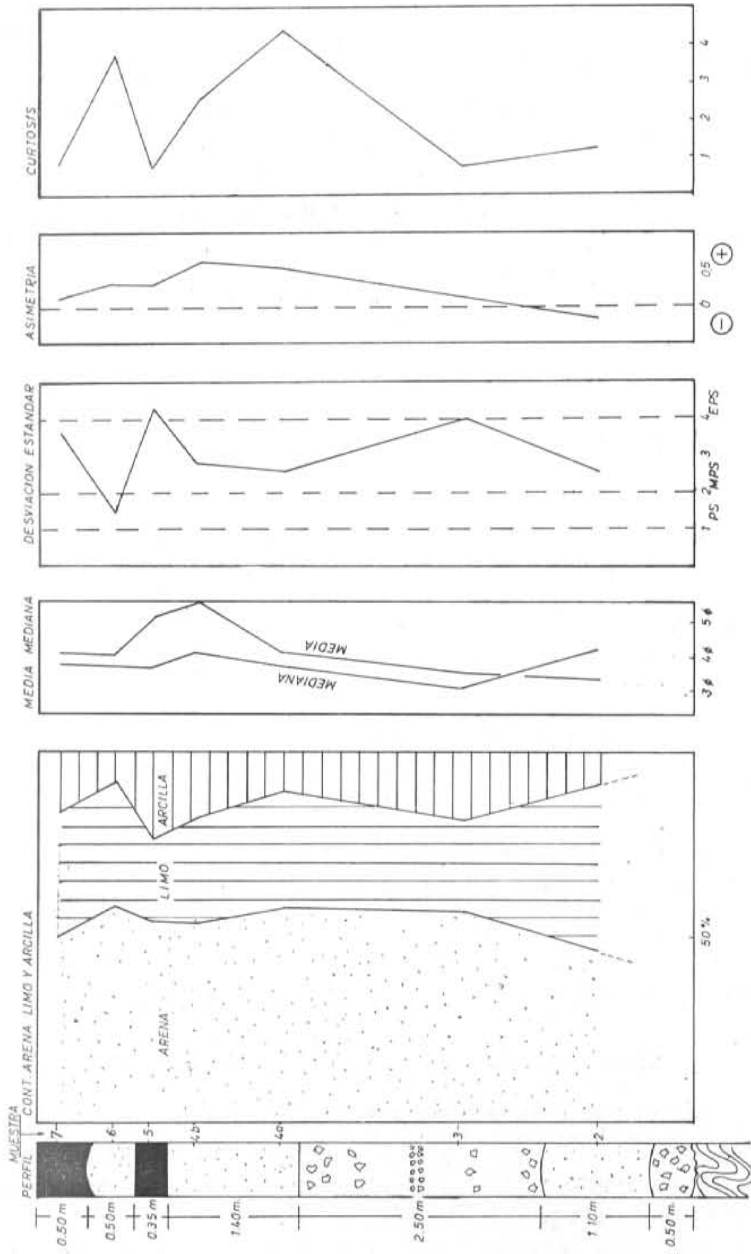


Fig. 4. — Perfil esquemático, con los números de las muestras y los valores de las propiedades estadísticas

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS (tabla 2 y fig. 4).

La variación vertical de la *mediana phi* es poco marcada, hallándose algo por debajo del valor 4 phi (0,062 mm), o sea muy cerca del límite arena-limo; sólo en las muestras 2 y 4 b la mediana phi excede ligeramente el valor citado. La *media phi*, en cambio, es más variable; en las muestras 6, 7 y 4 a excede de 4 phi, en tanto que es menor que esa cifra en las muestras 2 y 3. Como modernamente se considera que la mediana es un valor de poca confianza a causa de su dispersión (Folk y Ward, 1957), resulta que la media phi, calculada según la fórmula  $\frac{\varnothing 84 + \varnothing 50 + \varnothing 16}{3}$  refleja mejor los cambios verticales del perfil.

TABLA 2  
Coeficientes estadísticos (Folk y Ward, 1957)

	Md $\varnothing$	Md mic	Mz $\varnothing$	Mz mic	$\sigma_1$	Sk <sub>1</sub>	Kg
Muestra 7.....	3,95	64,7	4,12	57,5	3,65	0,15	0,85
Muestra 6.....	3,89	67,5	4,05	60,4	1,55	0,33	3,78
Muestra 5.....	3,80	71,8	5,04	30,4	4,35	0,33	0,72
Muestra 4 b.....	4,15	56,3	5,68	19,5	2,85	0,65	2,44
Muestra 4 a.....	3,90	67,0	4,20	54,4	1,67	0,61	4,45
Muestra 3.....	3,20	108,8	3,65	80,8	4,04	0,21	0,73
Muestra 2.....	4,23	53,3	3,45	91,5	2,59	-0,19	1,24

Referencias: Md  $\varnothing$ , mediana phi; Md mic, mediana en micrones; Mz  $\varnothing$ , media phi; Mz mic, media en micrones;  $\sigma_1$ , desviación standard; Sk<sub>1</sub>, asimetría; Kg, curtosis.

La *desviación standard*, calculada según la fórmula  $\frac{\varnothing 84 - \varnothing 16}{4} + \frac{\varnothing 95 - \varnothing 5}{6,6}$  varía entre algo más de 1 y algo más de 4. Según los límites aconsejados por Folk y Ward (1957), la muestra 6 sería pobremente seleccionada (PS), las muestras 2, 4 a, 4 b y 7 serían muy pobremente seleccionadas (MPS) y las muestras 3 y 5 corresponderían a una extremadamente pobre selección (EPS).

La variación vertical de la asimetría, calculada según la fórmula

$\frac{\varnothing 84 + \varnothing 16 - 2\varnothing 50}{2(\varnothing 84 - \varnothing 16)} + \frac{\varnothing 95 + \varnothing 5 - 2\varnothing 50}{2(\varnothing 95 - \varnothing 5)}$  es también significativa. Salvo la muestra 2, todos los valores son positivos, es decir, demuestran que existen “colas de finos” que aumentan hacia arriba hasta la muestra 4 b, a partir de la cual vuelven a disminuir ligeramente.

Los valores de *curtosis*, calculados según fórmula  $\frac{\varnothing 95 - \varnothing 5}{2,44(\varnothing 75 - \varnothing 25)}$  merecen ser destacados. Las muestras 7, 5 y 3 se caracterizan por sus cifras inferiores a 1, aunque cercanas a ese valor (curvas normales aunque algo platicúrticas a mesocúrticas). La muestra 2 es un poco superior a 1, pero las restantes tienen *curtosis* mayor que 2, lo que significa que corresponden a distribuciones leptocúrticas a muy leptocúrticas, es decir, más seleccionadas en el centro que en los extremos de la distribución (Sahu, 1964).

Si se consideran en conjunto todas las variaciones comentadas, se notará que las muestras 3, 5 y 7 —y en menor grado la 2—, presentan aparentes “anomalías” en la composición granulométrica (aumento de la fracción arcilla, desviación standard, asimetría, y *curtosis*). Antes de discutir el posible significado de estas “irregularidades”, conviene considerar previamente la composición mineralógica de los sedimentos del perfil.

#### COMPOSICION MINERALOGICA

Los estudios mineralógicos se realizaron sobre la fracción arena muy fina y la fracción arcilla. La mineralogía de la fracción limo, según se vio en la observación microscópica de algunas muestras, es similar a la de la arena y por ello no se tratará en detalle.

#### FRACCIÓN ARENA

##### *Minerales livianos*

La mineralogía es la típica de los sedimentos pampeanos (Teruggi, 1957), caracterizada por la abundancia de vidrio volcánico, seguido de feldespatos y, finalmente, de cuarzo. Otro componente presente en varios niveles es la colofanita.

Los resultados se exponen en la tabla 3 y en la figura 5.

*Cuarzo*. Se presenta en clastos de forma irregular a algo alargada, que a menudo tienen el aspecto de esquirlas angulosas a muy angulosas. Por lo general, los clastos poseen extinción normal y carecen de

**TABLA 3**  
**Proporciones de minerales livianos en la fracción 88-125 micrones**

	Cuarzo	Plag.	Feld. pot.	Trizas V.	Colofan.
Muestra 7.....	34,6	31,6	8,1	23,5	2,2
Muestra 6.....	10,3	13,4	3,9	72,3	—
Muestra 5.....	35,0	29,1	20,2	11,2	4,5
Muestra 4 b.....	12,2	30,4	10,4	46,2	1,7
Muestra 4 a.....	14,1	14,8	7,8	63,3	—
Muestra 3.....	6,8	14,3	7,5	71,3	—
Muestra 2.....	10,0	18,0	5,3	64,0	2,7

*Referencias:* Plag., plagioclasa; Feld. pot., feldespato potásico; Trizas V., trizas vítreas; Colofan., colofanita.

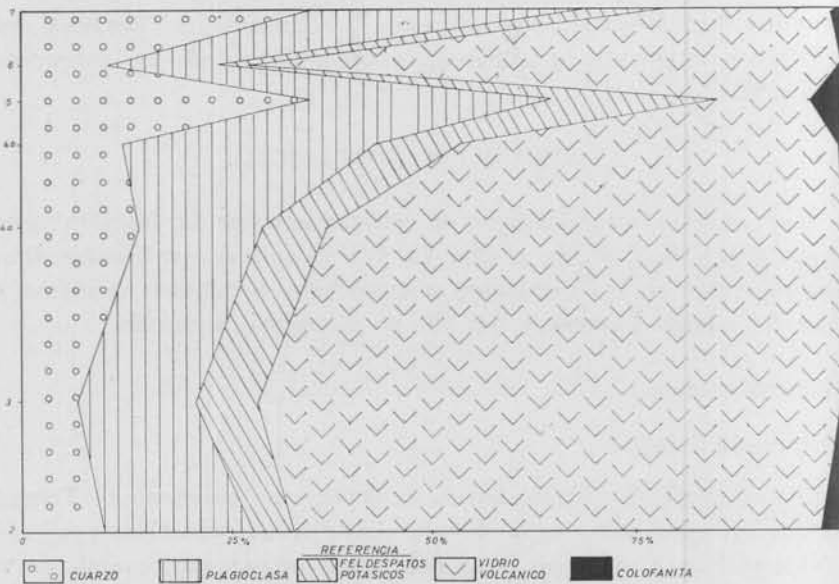


Fig. 5. — Contenido de minerales livianos

inclusiones. Un número menor de ellos presentan pátinas hematíticas. Ocasionalmente se han visto además rebordes de crecimientos secundarios.

El contenido en cuarzo está cercano al 10 % en la mayoría de las muestras del perfil, salvo en las número 7 y 5, en las que supera el 30%. Por último, se percibe una ligera disminución del cuarzo en la muestra 3.

*Plagioclasas.* Aparecen en clastos tabulares a prismáticos, angulosos a subredondeados, cuya composición corresponde a oligoclasa media hasta andesina. Es común que los cristales presenten zonación de tipo normal; en algunos casos contienen inclusiones de apatita o mica o bien del tipo de "cristal negativo". La gran mayoría de los clastos están frescos, aunque unos pocos presentan alteración alofánica o arcillosa en diversos grados.

En el perfil, el contenido de plagioclasas se mantiene más o menos constante entre 10 y 15 %. En las muestras 4 b, 5 y 7 el porcentaje excede el 20 %. Un incremento mucho menor se detecta en la muestra 2.

*Feldespatos potásicos.* Están representados fundamentalmente por ortosa, en individuos equigranulares más o menos redondeados. La alteración alofánica es común, y va desde incipiente hasta muy avanzada.

En las muestras 5 y 7 se encontraron muy escasos clastos de microclino fresco.

La variación vertical de los feldespatos potásicos es poco marcada. El máximo se registra en la muestra 5, y los mínimos en las 6 y 7.

*Vidrio volcánico.* Salvo en las muestras 5 y 7 es el componente predominante, que por lo común supera el 50 %.

Aparece bajo la forma de trizas angulosas, con los rasgos típicos de los vitroclastos, tales como presencia de canaliculos, contornos cóncavos, depresiones superficiales, etc. Predomina netamente una variedad de vidrio incoloro, acompañado en baja proporción de vidrio castaño y rosado. Todas las variedades de vidrio son ácidas.

Por lo común, el vidrio volcánico está fresco, aunque no faltan casi nunca porcentajes reducidos de vidrio alterado. Esta situación se invierte en la muestra 3, en la que predominan totalmente las trizas alteradas en argilominerales. Pueden observarse todos los pasajes entre el vidrio fresco y el que se altera: la alteración comienza a lo largo de grietas y canaliculos, hasta que toda la masa es reemplazada por agregados escamosos o terrosos.

Aparte de la acentuada descomposición del vidrio volcánico en la muestra 3, no hay grandes variaciones verticales en el perfil, excepto una disminución porcentual en las muestras 5 y 7.

*Colofanita.* En pequeñas cantidades, aparece en casi todas las muestras bajo la forma de clastos de color castaño claro.

La máxima concentración se registra en el nivel 5, la mínima en los niveles 3, 6 y 4 a. Un ligero aumento se nota también en la muestra 2.

### *Minerales pesados*

La mineralogía de pesados es aparentemente más heterogénea que la de los livianos, pues si bien son comunes las especies características de la asociación pampeana (hornblenda, hipersteno, augita, opacos, epidoto), aparecen otras, como granates y micas, que son muy escasas o faltan por completo en dicha asociación.

Los resultados aparecen en la tabla 4 y en la figura 6.

**TABLA 4**  
Proporciones de minerales pesados en la fracción 88-125 micrones

	%	Horn.	Gran.	Op.	Epid.	Clor.	Musc.	Biot.	Hy.	Apat.
Muestra 7	4,45	17,46	54,00	7,94	11,10	3,18	1,59	4,76	—	—
Muestra 6	0,59	20,80	7,80	31,20	13,00	2,60	—	6,50	18,20	—
Muestra 5	3,86	17,70	53,20	17,70	1,27	—	—	7,60	1,27	1,27
Muestra 4b	0,56	21,30	5,32	26,60	13,90	—	3,19	10,63	18,10	1,06
Muestra 4a	0,54	24,60	9,35	20,00	20,00	—	3,80	9,35	13,88	—
Muestra 3	3,14	13,00	53,00	8,00	6,00	4,00	1,00	12,00	3,00	—
Muestra 2	3,18	8,60	47,30	8,60	6,45	—	1,10	25,80	2,15	—

*Referencias:* %, porcentaje de minerales pesados; Horn., hornblenda; Gran., granate; Op., opacos; Epid., epidoto; Clor., clorita; Musc., muscovita; Biot., biotita; Hy., hipersteno; Apat., apatita.

*Abundancia de minerales pesados.* Oscila entre un poco menos de 1% y algo más de 4%. Las muestras 2, 3, 5 y 7 son las que contienen mayores cantidades de pesados, y contrastan en este aspecto con las restantes (4 a, 4 b y 6).

*Granates.* Son los pesados predominantes en varios niveles. Se presentan en clastos angulosos, a menudo con fracturas subconcóideas que determinan bordes sinuosos y aristas prominentes. Las coloraciones más comunes son rosado pálido al rojizo; los hay también incoloros.

En base a las texturas superficiales, se han reconocido dos varie-

dades; una, de tipo liso, y otra, con puntuaciones y depresiones, que en algunos casos parecen deberse a inclusiones y en otros a corrosión superficial.

En el perfil, los granates son muy comunes en las muestras basales (2 y 3), disminuyen en los niveles 4a, 4b y 6 pero vuelven a aumentar en los niveles superiores (5 y 7).

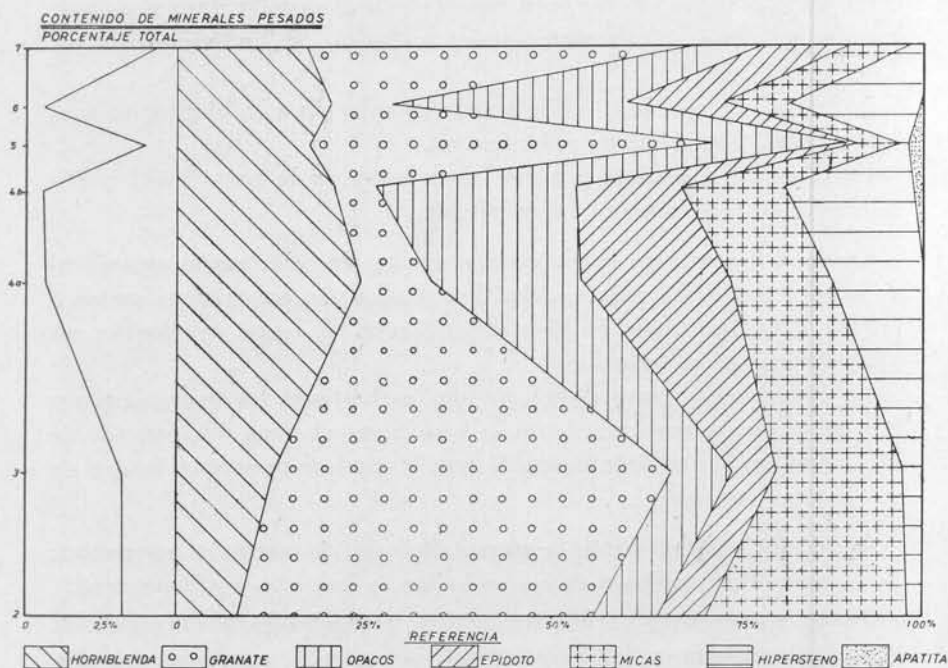


Fig. 6. — Porcentaje de cada uno de los componentes

**Hornblenda.** Es prácticamente el único anfíbol que se ha encontrado. Se trata de una variedad verde pálida pleocroica al verde amarillento y al castaño claro. La forma de los clastos es por lo común prismática, bien redondeados, aunque a veces con bordes corroídos. También se han visto algunos individuos de hornblenda castaña rojiza, parecida a lamprobolita.

Algunos clastos de hornblenda tienen inclusiones regulares de apatita y rutilo.

La distribución de la hornblenda varía entre 10 y 22 %. A partir de la base del perfil, hay un progresivo aumento de anfíbol hasta el nivel 4a, y luego tiende a decrecer ligeramente hasta la superficie.

*Hipersteno.* Se presenta en clastos de forma prismática subredondeada a subangulosa, con bordes corroídos o extremos en “diente de perro”. El pleocroísmo es el típico del verde muy pálido al amarillo muy suave. No es rara la presencia de inclusiones, especialmente de opacos.

*Micas.* Predominan las láminas subredondeadas de biotita de color verde claro o verde intenso, con pleocroísmo al castaño claro u oscuro. En algunos casos se observan pasajes a cloritas, en individuos únicos o en agregados.

La muscovita está muy subordinada en relación a la biotita; se presenta también en láminas redondeadas.

En el perfil, las micas son más abundantes en la parte basal y disminuyen progresivamente hacia arriba.

*Epidoto.* Se trata de la variedad pistacita, de color verde amarillento pálido, con débil pleocroísmo. Los clastos son prismáticos cortos o granos irregulares, ambos bien redondeados. A veces, se observa un poco de corrosión superficial.

La distribución vertical del epidoto es bastante constante, aunque hay un pequeño aumento desde la base hasta el nivel 4 *b*, seguido de una disminución en la muestra 5, tras lo cual se mantiene dentro de sus límites comunes.

*Minerales opacos.* Están representados por hematita y magnetita; en proporciones mucho menores se hallan la limonita y el leucóxeno.

Todos aparecen en clastos irregulares, redondeados a subangulosos. A la luz reflejada se distinguen frecuentes pasajes, en un mismo clasto, de magnetita a hematita y limonita.

Los minerales opacos tienden a aumentar desde la base del perfil hacia el techo, con algunas variaciones en la parte media.

*Apatita.* Rarísimos individuos prismáticos subredondeados.

### *Consideraciones sobre la mineralogía de la fracción arena*

La composición mineralógica que se acaba de describir presenta algunos aspectos que merecen ser destacados.

Los minerales livianos se caracterizan por la abundancia de trizas vítreas, cuyo estado de alteración se acentúa a nivel de la muestra 3. Esta abundancia de vidrio volcánico, seguida en importancia de plagioclasas frescas, cuarzo y feldespatos patásicos, configuran, como ya



se anotó, una asociación similar a la de los depósitos pampeanos en general. Sin embargo, se nota en este caso un aporte de las rocas de las sierras, pues es frecuente la presencia de clastos de cuarzo con crecimientos secundarios, que son muy característicos de las ortocuarcitas de la cubierta sedimentaria del basamento de Tandilia.

Desde este punto de vista, resultan notables en el perfil los niveles 7, 5 y 2, que muestran una fuerte disminución del material vítreo, como consecuencia del aumento de los aportes serranos.

La mineralogía de los pesados revela igualmente una mezcla de especies "pampeanas" (hipersteno, hornblenda, en parte, opacos, en parte) y otros derivados del basamento cristalino, en especial micas y granates. Esta conclusión se basa en el hecho de que los terrenos pampeanos están desprovistos de micas y son muy escasos los granates.

Por lo que se puede apreciar, la contribución de la sierra es más reconocible en las especies pesadas que en las livianas. En los niveles 6 y 4 a, e incluso en menor grado el 5, la disminución de las micas apunta a un mayor aporte pampeano. Esto se corrobora también con los cambios en los porcentajes de pesados: efectivamente, en los niveles de ascendencia pampeana no llega al 1 % (contenido general de los sedimentos pampeanos, según Teruggi, 1957), en tanto que en aquéllos en que la contribución serrana es mayor (niveles 2, 3, 5 y 7) se registra más de 3 %.

#### FRACCIÓN ARCILLA

El estudio de los argilominerales fue realizado por el Dr. Mario Iñiguez Rodríguez mediante difracción de rayos X. Se utilizó el aparato Philips de la División de Mineralogía y Petrografía del Museo de La Plata, con tubo emisor de cobre. Los difractogramas se obtuvieron sobre muestra normal, muestra glicolada y muestra calcinada.

Se ha comprobado que en el perfil predomina netamente el par illita-montmorillonita, tal como se muestra en la figura 7.

La illita es la especie predominante en el suelo actual, donde llega a un 90 % (muestra 7); disminuye luego hacia la muestra 6 (un 50 %) y vuelve a aumentar en la 5, con un 80 %. Desde este nivel hacia abajo se produce una disminución progresiva de illita y el correspondiente aumento de la otra especie, montmorillonita. Esta tendencia culmina en la muestra 3, que tiene sólo 10 % de illita y el resto de montmorillonita.

Cabe señalar que la illita está bien cristalizada en la muestra su-

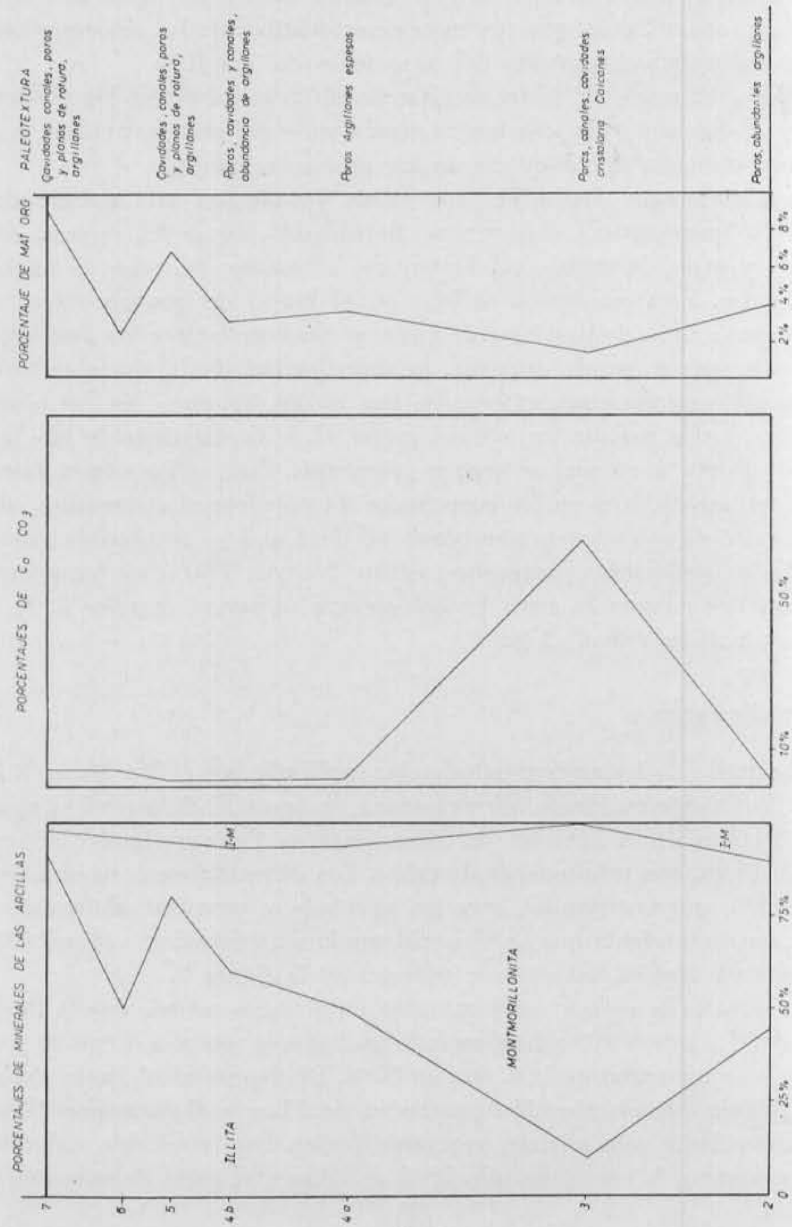


Figura 7

periférica (7) y también en la 5; en las restantes, su cristalinidad es baja o pobre. Igual fenómeno se aprecia en la montmorillonita, especialmente en los niveles 4 a a 2.

Un hallazgo muy importante — que se tratará más adelante al considerar las evidencias de paleosuelos — es la comprobación, en todos los niveles menos el 3 — de la presencia de un interstratificado illita montmorillonita. Su porcentaje es reducido; los valores mínimos corresponden a las dos muestras más superiores (7 y 6), donde apenas es detectable. En los niveles 5 y 4 a se nota un incremento, pues alcanza al 5-7 %. Por último, aparece una concentración mayor en la muestra 2, con un 10 % (aclaramos que todos los porcentajes son aproximados, pues han sido obtenidos de difractogramas).

#### COMPONENTES QUÍMICOS

El estudio composicional de los sedimentos se completó con la determinación del contenido de carbonato de calcio y de materia orgánica. El primero se atacó con HCl diluido hasta concluir la efervescencia y se obtuvo por diferencia de peso; el mismo procedimiento se siguió con la materia orgánica, que fue destruida con peridrol.

*Carbonato de calcio* (fig. 7). Está presente en todas las muestras, aunque en porcentajes muy reducidos (inferiores al 2,2 %), salvo en las dos superiores (7 y 6), en las que se halla alrededor del 4 %

Lo notable es el aumento de carbonato de calcio en el nivel 3, donde alcanza un 60 % como consecuencia del entoscamiento que hemos comentado en la descripción del perfil.

*Materia orgánica.* El máximo porcentaje se encuentra en el suelo actual, con 9,24 % (muestra 7). Desciende a 2,41 % en el nivel 6 y vuelve a aumentar en el 5 a un 6,95 % (fig. 7).

A partir de ese nivel, el contenido de materia orgánica es más o menos constante, aunque con pequeñas variaciones. En efecto, hay un ligerísimo aumento en el nivel 4 a, descendiendo en el 3 (que representa el mínimo del perfil con 1,47 %) y por último vuelve a aumentar en la muestra más inferior, la 2, en la que se registra 4,13 %.

### EVIDENCIAS PALEOEDAFICAS

Los análisis texturales, mineralógicos y químicos suministran una serie de datos que, debidamente interpretados, son importantes, y en algunos casos decisivos, para la caracterización de paleosuelos.

Conviene señalar que el presente estudio se inició porque en el campo se reconocieron: *a*) un suelo actual (nivel 7); *b*) un suelo negro soterrado (nivel 5); *c*) un entoscamiento, que en partes se hace costra calcárea (nivel 3), evidentemente independiente de los dos anteriores a causa de su gran distribución regional, su potencia y su litificación. Ya que los entoscamientos y costras calcáreas pueden ser de naturaleza edáfica, pareció conveniente investigar también esa posibilidad en el estudio del perfil.

La investigación, por lo tanto, estuvo inicialmente destinada a caracterizar el paleosuelo del nivel 5 y a determinar si la acumulación calcárea era o no pedogénica. Los resultados han confirmado las sospechas de campo, por lo que se tendría una sucesión de dos paleosuelos por debajo del actual. Pero la investigación permitió establecer la existencia de un tercer paleosuelo —insospechado en el campo—, que se ubica debajo de la zona entoscada y corresponde al nivel 2.

Las evidencias que permiten la caracterización e identificación de los tres paleosuelos son las siguientes:

1) Los análisis mecánicos demuestran una cierta concentración de arcillas en los niveles 7, 5 y 3 (fig. 4). Si bien las variaciones son pequeñas, ellas parecen ser independientes de la naturaleza original del sedimento madre, como ya se comentara.

2) Algunos parámetros estadísticos revelan “anomalías” que pueden haber sido causadas por la pedogénesis (cf fig. 4). Así, la desviación standard da valores más altos (superiores a 3) para los tres niveles considerados edáficos (7, 5 y 3), pero a su vez no refleja nada para el nivel 2. La curtosis, en cambio, marca con valores muy bajos (menores de 1,3) al suelo actual, al soterrado, al entoscado y al material areno-limoso situado debajo de este último, o sea los niveles 7, 5, 3 y 2. La mediana, la media y la asimetría, por el contrario, no diferencian netamente los niveles presuntivamente edáficos de los que no lo son.

Según nuestros conocimientos, los edafólogos han utilizado muy poco los coeficientes estadísticos en sus estudios específicos. La ca-

rencia de datos en este dominio nos impide extraer conclusiones, pero conviene tener muy presente la presumible potencialidad de la desviación standard y la curtosis para distinguir entre suelos y sedimentos que no lo son ni lo han sido.

3) La mineralogía de la fracción arena —tanto livianos como pesados— ha resultado muy útil para detectar los cambios deposicionales (figs. 5 y 6), por lo que su importancia reside en el dominio de las rocas madres. En cambio, la mineralogía no ha resultado, en este caso, aplicable al problema del reconocimiento de paleosuelos, ya que no hemos observado ningún indicio de descomposición ni de disolución intrastatal de las especies.

No obstante estas limitaciones, nuestra investigación tuvo la fortuna de comprobar la presencia de un mineral bio-autígeno, la colofanita, que aparece en varios niveles bajo la forma de fragmentos o clastos de reducido tamaño, correspondiente al de la fracción arena.

No se ignora que la colofanita es un fosfato derivado de huesos de animales, por lo que su presencia es muy importante como indicadora de actividad biológica de vertebrados. Diversos vertebrados excavan madrigueras y cuevas que, rellenas posteriormente, pueden preservarse en los perfiles edáficos, a menudo con restos óseos en su interior. Son las estructuras que los paleoedafólogos designan con el nombre de *krotovinas*. En el perfil de Punta Tota no se observaron *krotovinas*, pero la presencia de los granos de colofanita constituye una evidente prueba de la existencia de vertebrados.

Como es lógico y natural, los clastos de colofanita abundan en el suelo actual, y también en el suelo soterrado (nivel 5). Pero aparecen igualmente en el nivel 2, por debajo del entoscamiento. O sea que se presenta la colofanita en los dos suelos del perfil y además en el que fue reconocido en el campo.

La ausencia de colofanita en el nivel 3 es también lógica si se considera que, por un lado, representa una depósito aluvional de rápida depositación, y, por el otro, que debe corresponder a un horizonte B, en el cual los restos óseos, si se hallan, sólo se encuentran concentrados en *krotovinas*.

Entendemos que la presencia de clastos colofánicos óseos tiene gran valor diagnóstico, no sólo para caracterizar los niveles edáficos de nuestro perfil, sino en la investigación paleoedáfica en general. Todo estudio mineralógico de paleosuelos debería incluir, como norma, datos sobre la presencia o ausencia de este fosfato, cuya identificación es muy fácil por vía óptica.

4) Los argilominerales han resultado de gran valor paleoedáfico. En nuestro caso, se nota un aumento de montmorillonita en detrimento de la illita desde el nivel 4 b al 3 (fig. 7). Ello puede deberse a un cambio en la roca madre o a una transformación illita-montmorillonita. No estamos en condiciones de encarar esta cuestión, que escapa a los fines del presente trabajo, pero podemos señalar que en los suelos calcimorfos, según Millot (1964), se dan las condiciones para que se produzca la neoformación de montmorillonita. Por otra parte, Iñiguez y Scoppa (1972), en su estudio de los suelos alcalino-sódicos bonaerenses, apuntan que el proceso de transformación de montmorillonita a illita, y el inverso, son igualmente posibles. En nuestro caso no tenemos ninguna información disponible sobre estas transformaciones y sólo podemos señalar que en el nivel 3, donde predomina la montmorillonita, hay un notable aumento de vidrio volcánico, cuya alteración originaría ese argilomineral.

El otro hecho altamente sugestivo es la presencia del interestratificado illita-montmorillonita, que podría representar un pasaje en la transformación de la primera a la segunda. Este interestratificado I-M ha sido encontrado en cantidades reducidas pero apreciables en los suelos zonales de la provincia de Buenos Aires (Iñiguez y Scoppa, 1970) y también en los alcalino-sódicos de dicho territorio (Iñiguez y Scoppa, 1972). El hecho de que el interestratificado se encuentre con frecuencia en suelos y no se registre en sedimentos cuaternarios no edafizados (información del Dr. M. Iñiguez) parecería indicar —al menos para el ámbito pampeano— que su formación sería pedogénica. Por esta razón, podría ser indicador de paleosuelos.

El hecho de que el interestratificado I-M se encuentra en casi todos los niveles de nuestro perfil, y que, además, sus mayores porcentajes correspondan a esos niveles (7, 5 y 2) que, por otras vías, venían siendo considerados como paleosuelos, constituye una concordancia realmente muy significativa. No sólo eso sino que, según las conclusiones de Iñiguez y Scoppa (1972), los interestratificados I-M se localizan en la parte superior de los perfiles edáficos. Llevada esa conclusión a nuestro perfil, aparecería verificada en los niveles 7 y 5 (suelo actual y suelo soterrado), en los que evidentemente está preservado el horizonte A. En lo que se refiere al nivel 2, debería suponerse que en él se ha preservado buena parte del horizonte A. Por último, el nivel 3, el único que no presenta trazas de interestratificados, encajaría perfectamente en la interpretación que tratamos de ofrecer, pues se trata de un horizonte B, según lo hemos demostrado.

El posible significado pedogénico de los interestratificados abre una posibilidad, que debe ser explorada minuciosamente, para el reconocimiento de paleosuelos. En nuestro caso, la concordancia con las otras observaciones y determinaciones es perfecta.

5) El contenido de carbonato de calcio, presente en todas las muestras, no hace más que corroborar el entoscamiento observado en el campo (cf. fig. 3). Aunque significativo, el fuerte incremento de carbonato de calcio no puede ser considerado —sin más— como una evidencia de paleosuelo, asimilándolo a un horizonte B cálcico. El entoscamiento puede tener otros orígenes y por eso no es aconsejable generalizar sin otras pruebas.

6) La distribución de materia orgánica es también muy significativa. En el suelo actual (7) y en el soterrado (5), los valores son normales y corrientes en la región. Su disminución hacia abajo es también natural, así como el hecho de que la mínima concentración corresponda al nivel 3, entoscado, que por las evidencias acumuladas consideramos un horizonte B cálcico. Por último, es muy significativo el aumento en materia orgánica registrado en el nivel 2, que corresponde a otro horizonte edáfico.

### *Micromorfología*

Con el fin de verificar las conclusiones comentadas, se realizó un estudio micromorfológico sobre cortes delgados, pues muchas autoridades consideran que los criterios microestructurales son los más seguros para la identificación de paleosuelos (consúltese Teruggi, 1971).

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Nivel 7 : poros, cavidades, canales y planos de rotura. Cutanes de tipo *argillanes*, enmascarados por materia orgánica.
- Nivel 5 : Esencialmente igual al nivel 7.
- Nivel 4b : poros, cavidades y canales. Abundantes *argillanes*.
- Nivel 4a : poros de empaquetamiento. *Argillanes*, más gruesos que los del nivel 4b.
- Nivel 3 : matriz de grano fino, con partículas semidigeridas de montmorillonita. Poros, canales, cavidades, cristalaria. Cutanes de tipo *calcanes*.
- Nivel 2 : poros de empaquetamiento. Abundantes *argillanes* sobre casi todos los clastos.

De esta enumeración micromorfológica surge que todos los niveles mencionados han sido afectados por procesos edáficos. La presencia de cutanes es la de mayor implicancia, pues estas microestructuras parecen ser distintivas para (paleo)suelos (Teruggi y Andreis, 1971).

O sea que la micromorfolología de suelos apoya plenamente las conclusiones obtenidas mediante observaciones de campo y determinaciones de laboratorio. Por lo tanto, en el perfil estudiado, se tendrían tres paleosuelos por debajo del actual.

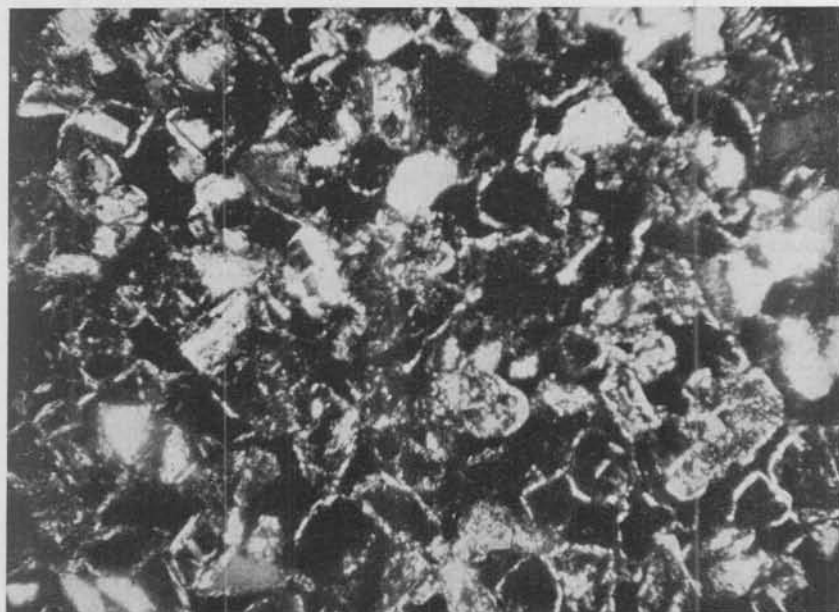


Fig. 8. — Fotomicrografía de la muestra 2. Se observan con toda claridad, como ribetes o rebordes claros, los argillanos sobre elásticos de distinta composición. Con nicóles cruzados;  $\times 100$ .

#### HORIZONTES EDAFICOS Y TIPOS DE SUELOS

Según las recomendaciones del Grupo de Trabajo sobre Paleosuelos (véase Teruggi, 1971), la descripción de un paleosuelo debe incluir, dentro de lo posible, la identificación de sus horizontes y la ubicación de los paleosuelos en una de las grandes categorías de las clasificaciones de suelos vigentes.

El paleosuelo o suelo soterrado correspondiente al nivel 5 se reconoce fácilmente en el campo por su horizonte A, oscurecido por ma-



teria orgánica que se presenta como un mull que llega a constituir un horizonte móllico de unos 30 cm de espesor. Este horizonte pasa bruscamente a un (B)C loesoide indiferenciado, en el cual se distinguen señales de una estructura prismática. Por sus características, pensamos que este paleosuelo puede haber sido un argiudol, similar al suelo actual.

El nivel 3 presenta un entoscamiento que ha afectado a depósitos psefíticos y psamíticos; en muchas partes de las sierras de Balcarce y Tandil, este entoscamiento llega a adquirir las características de un manto o costra de tosca. La fuerte calcificación, combinada con la naturaleza gruesa de la roca madre conspiran para que no sean observables las posibles megaestructuras edáficas.

Ya hemos manifestado que el nivel 3 parece corresponder a un horizonte B cálcico, por lo que su origen debe buscarse en un suelo calcimorfo que ha sido decapitado antes de ser sepultado bajo otros sedimentos. En virtud de la intensidad del entoscamiento, pudo haber sido un suelo marrón de clima cálido. Según Boulaine (1964), la formación de costras de tosca edáficas requiere un suelo de tipo mediterráneo, que se desarrolle con un clima en el que las precipitaciones anuales estén comprendidas entre los límites 350-650 mm.

En cuanto al paleosuelo correspondiente al nivel 2, no presenta horizontes edáficos y está indiferenciado en todo su espesor. Por su bajo contenido de materia orgánica y la naturaleza cólica de la roca madre, podría corresponder a un entisol o un inceptisol, tal vez un regosol o suelo castaño incipiente, ya que posee  $\text{CaCO}_3$ .

#### INTERPRETACION GEOLOGICA

Sobre la base del total de las observaciones geológicas y paleoedáficas se puede intentar completar la historia de la región, que fuera esbozada en la página 4.

En el perfil estudiado, la historia registrada comienza con el ascenso del bloque serrano (Plioceno o Pleistoceno bajo), con lo que nacieron las pendientes que sirvieron de base para la acción hídrica. Esta acción hídrica es la que elaboró pequeños cauces y otras irregularidades excavadas en la superficie del basamento cristalino (no tratamos aquí, por no tener relación directa con el tema, la eliminación erosiva de la cubierta ortocuarcítica, que debió producirse con anterioridad para poner al descubierto las metamorfitas locales).

La excavación de valles (etapa degradacional) fue seguida por una breve fase de depositación, caracterizada por la psefita del nivel 1, que es una mezcla de derrubio de falda con gravas y arenas fluviales, además de materiales eólicos no locales. Este depósito coluviofluvial fue cubierto por materiales loesoides (nivel 2), llevados hasta ese lugar por transporte aéreo. Tanto este depósito loesoide como el paleosuelo que se implantó sobre él corresponden a un período de cierta aridez, aunque es posible que ésta no haya sido muy marcada. El desarrollo del paleosuelo en esos sedimentos implica un hiato entre su depositación y la de los sedimentos posteriores.

El siguiente evento reconocible es la depositación de psefitas coluviales y fluviales intercaladas entre sedimentos arenosos y loesoides. Esta sedimentación, que corresponde al nivel 3, demuestra una cierta actividad hídrica, la cual puede ser atribuida a un período de relativa humedad que, a juzgar por el aumento de intercalaciones loésicas hacia arriba, pasa paulatinamente hacia sequedad. El cese de la sedimentación posibilita el desarrollo de otro paleosuelo, de tipo castaño calcimórfico, lo que indica un régimen climático relativamente seco y cálido.

Este paleosuelo del nivel 3 fue decapitado con anterioridad a la depositación de otro depósito loésico, en parte arenoso, que equivale al nivel 4 que indica la continuación de condiciones de sequedad. El cierre de esta sedimentación fue marcado por el aporte de materiales locales, quizá bajo influencia hídrica, que se mezclaron a los aportados eólicamente. Sobre estas rocas madres se desarrolló el paleosuelo del nivel 5, en condiciones climáticas similares a las actuales. Con posterioridad, este paleosuelo fue también soterrado bajo un delgado espesor de sedimentos loésicos (nivel 6), que se hacen algo coluviales hacia arriba, en el que se ha desarrollado el suelo actual (nivel 7).

Para completar la historia que se acaba de delinear, es menester integrar los acontecimientos geo-climáticos descritos en algún esquema estratigráfico. Toda tentativa de correlación de este tipo es riesgosa, y más en este caso, pues salvo esquemas estratigráficos muy generales (Frenguelli, 1957), faltan los estudios detallados que puedan servir de patrón en relación con nuestro perfil. Esta deficiencia en investigaciones prolijas del Cuaternario se magnifica en la zona serrana del cordón de Tandilia, para la cual sólo puede citarse el muy meritorio trabajo de Rabassa (1971).

Este autor, que se ocupó de la región vecina a Tandil, reconoció

tres formaciones principales, cuyos nombres y características se presentan en el siguiente cuadro.

Unidades geocronológicas	Edades mamíferos	Unidades litoestratigráficas y sus características	Posibles equivalencias (niveles del perfil)
Reciente . . . . .		Aluvio	7 6 5
Pleistoceno Sup. . . . .	Lujanense	Formación Las Animas: Limos loesoides, castaños amarillo, con variable CaCO <sub>3</sub> . Clima ligeramente más seco que el actual. Estepa herbácea.	4
Pleistoceno Medio. . . . .	Ensenadense	Formación Vela: Limolitas, psamitas y/o psefitas. Depositación bajo condiciones hídricas que pasan a más secas hacia el techo. Impregnación de CaCO <sub>3</sub> y/o manto de tosca.	3
Plio-pleistoceno. . . . .	?	Formación Barker: Limolitas de génesis eólica, no estratificadas, castaño-rojizas. En la zona serrana, hacia la base pasan a psefitas.	2 1
Precámbrico. . . . .		Basamento cristalino	

Si bien la estratigrafía de Rabassa ha sido elaborada a partir de observaciones de tipo más regional, puede apreciarse —en base a las litologías respectivas y los agentes genéticos supuestos— que existe una evidente concordancia con los detalles de nuestro perfil, tanto en la secuencia como en los cambios de sedimentación y de condiciones climáticas. El único inconveniente es que, aparte del actual, dos niveles (5 y 6) se ubican en el Reciente u Holoceno, sobre el cual Rabassa no tiene información por no hallarse en su área de estudio depósitos diferenciados correspondientes. Con respecto al Holoceno, tampoco resultaría aplicar esquemas como el de Tricart (1968), pues si bien el investigador francés utiliza la terminología estratigráfica de los pisos que convencionalmente figuran como holocenos, les asigna una antigüedad mucho mayor, por lo que caen todos dentro del Pleistoceno.

Entendemos que el esquema litoestratigráfico de Rabassa es correc-

to para su región e incluso aplicable al ámbito serrano en general. Faltan investigar los detalles de otros depósitos para ir completando nuestro conocimiento, apenas iniciado, de la estratigrafía cuaternaria de Tandilia. En lo que se refiere a la equivalencia entre unidades litoestratigráficas y geocronológicas, la misma no puede ser por el momento más que aproximada y un tanto subjetiva.

Cualquiera que sea el patrón estratigráfico que se adopte, no deja de llamar la atención la alternancia de ciclos secos y húmedos, que en el perfil estudiado se reconocen por la naturaleza de los sedimentos y los paleosuelos desarrollados. Como los paleosuelos han estado en equilibrio con las condiciones climáticas imperantes en el momento de su formación, resulta evidente que poseen gran importancia en la caracterización de los períodos de humedad o sequedad que se han sucedido en el Pampeano y Postpampeano. Confiamos en que el estudio de los paleosuelos permitirá colocar sobre nuevas y más precisas bases la sucesión de ciclos climáticos que, con otros criterios, postuló reiteradamente Frenguelli.

No hemos creído conveniente asignar nombres estratigráficos a los tres paleosuelos reconocidos. Si bien se aconseja así en el código de nomenclatura estratigráfica, el Grupo de Trabajo respectivo integrado por INQUA todavía no se ha expedido al respecto, por lo que conviene esperar sus conclusiones. De todos modos, debemos señalar que el paleosuelo más joven, el del nivel 5, parece ser equivalente del llamado *aymarensense* de Doering. Según Frenguelli (1957), el *aymarensense* está representado por su suelo fósil, de tipo brunizem o suelo de pradera, que aparece sepultado bajo el suelo actual. Dicho suelo enterrado se caracteriza por su color negro debido al humus y por la carencia de carbonato de calcio en su perfil. Un suelo negro enterrado o *aymarensense* es muy común, según el citado autor, en la zona costera del sur bonaerense; en nuestra experiencia, la superposición de suelos negros es frecuente en distintos puntos de la llanura y de la región serrana de Tandil. En muchos casos, esta superposición se nota al borde de zanjas, calles, caminos o préstamos, por lo que muy bien pueden deberse a soterramiento producido por el hombre. Fuera de estos casos dudosos, existen numerosos ejemplos de suelos soterrados; el más recientemente descrito fue hallado en la zona de Laguna Blanca Grande, partido de Olavarría (Fidalgo, Tonni y Zetti, 1971).

En lo que se refiere al entoscamiento del nivel 3, que hemos interpretado como un horizonte B de suelo calcimorfo, posee considerable importancia regional en el ámbito serrano y también fuera de

él. Rabassa (1971) lo ha descripto para la región de Tandil como manto de tosca ubicado en los niveles superiores de su Formación Vela, pero anota, correctamente, que el citado entoscamiento puede afectar a formaciones anteriores, tales como la Barker o aún el basamento cristalino precámbrico. Según nuestras observaciones, el manto de tosca o entoscamiento está relacionado con una antigua superficie topográfica, una *paleosuperficie*, que se puede reconocer y recorrer en la región serrana, donde a menudo puede presentarse afectada por una acción erosiva hídrica posterior. Esta paleosuperficie, por debajo de la cual se han desarrollado los suelos calcimorfos, parece brindar una posibilidad para dividir los sedimentos loesoides homogéneos del Pampeano. Es muy posible que el entoscamiento de dicha paleosuperficie sea múltiple.

En próximas contribuciones nos ocuparemos de la caracterización más detallada de dicha superficie, que proponemos designar con el nombre de *paleosuperficie Tandil*. Según la información disponible al presente, la paleosuperficie Tandil es pre-Formación Las Animas y se encontraría ubicada entre el Pleistoceno medio y el Pleistoceno superior. En el ámbito bonaerense, ella correspondería a un momento muy especial de la evolución del paisaje continental cuaternario.

El problema fundamental, en el futuro, será el de la perfecta identificación de la paleosuperficie Tandil y de otras que puedan estar presentes en el espesor del Pampeano. En este quehacer, jugará un papel fundamental la distinción entre entoscamientos relacionados con pedogénesis y entoscamientos provocados por otras causas, como ser aguas freáticas. Si se logra desentrañar esta cuestión, tal vez se obtengan criterios útiles para la mejor interpretación de los depósitos pampeanos.

En cuanto al paleosuelo del nivel 2, sólo sabemos de él que es anterior a la costa entoscada del nivel 3. Ignoramos si puede estar vinculado con otra paleosuperficie regional, pues no contamos con observaciones —ni propias ni ajenas— fuera de las del perfil, con las cuales, evidentemente, no se puede generalizar ya que bien podría tratarse de un mero fenómeno local.

Para concluir, señalaremos que los tres paleosuelos superpuestos que hemos descripto para la Punta Tota corresponden a suelos de estepas herbáceas, con mayor o menor humedad.

BIBLIOGRAFIA

- AMOS, A., QUARTINO, J. y ZARDINI, R. 1972. *El "Grupo la Tinta" (Provincia de Buenos Aires, Argentina) Paleozoico o Precámbrico?* Anais do XXV Cong. Bras. Geol. (211-221).
- BOULAINÉ, J., 1961. *Sur le rôle de la végétation dans la formation des carapaces calcaires méditerranéennes*, Comtes Rendus, Acad. Sci. France, 153, 22 (2568-2570).
- FIDALGO, F.; TONNI, E. y ZETTI, I., 1971. *Algunas observaciones estrigráficas en la Laguna Blanca Grande (Pdo. de Olavarría, Pcia. de Buenos Aires)*. Etnia, 14 (1-4).
- FOLK, R. and WARD, W., 1957. *Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters*. J. Sed. Petr., 27, 1 (3-26).
- FRENGUELLI, J., 1957. *Neozoico*. En *Geografía de la República Argentina*. Gaea, t. II, 3ª parte (1-115).
- IÑIGUEZ, M. y SCOPPA, C., 1970. *Los minerales de arcilla en los suelos "zonales" ubicados entre los ríos Paraná y Salado (Provincia de Buenos Aires)*. Rev. Inv. Agropec. INTA, ser. 3. Clima y Suelo, VII, 1 (1-41).
- 1972. *Mineralogía de arcillas en suelos alcalino-sódicos del noreste de la Provincia de Buenos Aires*. INTA, Suelos, Publ. 134 (119-140).
- MILLOT, G., 1964. *Géologie des argiles*. Ed. Masson, Paris (499 pág.).
- NÁJERA, J., 1940. *Tandilia*. Bibliot. Human. La Plata, tomo I, XXIV (1-176).
- RABASSA, J., 1971. *Geología superficial en la Hoja Sierras de Tandil, Provincia de Buenos Aires*. Trab. Licenciatura inédito N° 16; Facultad Cienc. Naturales y Museo La Plata (42 p.).
- SAHU, B., 1964. *Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments*. J. Sed. Petr., 34, 4 (768-773).
- TERUGGI, M. E., 1957. *The nature and origin of Argentine loess*. J. Sed. Petr., 27, 3 (322-332).
- 1971. *Criterios para el reconocimiento y estudio de los paleosuelos*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXVI, 4 (485-490).
- TERUGGI, M. E.; ETCHICHURY, M. y REMIRO, J., 1958. *Estudio sedimentológico de los terrenos de las barrancas de la zona de Mar del Plata-Miramar*. Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat., IV, 2 (107-250).
- TERUGGI, M. E. y ANDREIS, R. R., 1971. *Microestructuras pedológicas. Características, distribución en sedimentos argentinos y posible aplicación en sedimentología*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXVI, 4 (491-502).
- TRICART, J., 1968. *La geomorfología de la pampa deprimida como base para estudios edafológicos y agronómicos*. Inf. INTA, plan Mapa de Suelos de la Región Pampeana (138 pág. mimeogr.).