

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
NOTAS DEL MUSEO DE LA PLATA

Tomo XIV

Geología, Nº 61

Contribución  
a la Psamografía Argentina:  
Las Arenas de la Zona de Mar de Ajó  
(Provincia de Buenos Aires)

POR

MARIO E. TERUGGI

LA PLATA — 1949

REPÚBLICA ARGENTINA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
NOTAS DEL MUSEO DE LA PLATA

Tomo XIV

Geología, Nº 61

---

Contribución  
a la Psamografía Argentina:  
Las Arenas de la Zona de Mar de Ajó  
(Provincia de Buenos Aires)

POR

MARIO E. TERUGGI

LA PLATA — 1949

---

REPÚBLICA ARGENTINA

CONTRIBUCIÓN A LA PSAMOGRAFÍA ARGENTINA:  
LAS ARENAS DE LA ZONA DE MAR DE AJÓ  
(PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

POR MARIO E. TERUGGI

El presente trabajo es el resultado de un viaje que, en octubre de 1947, hiciera el autor a la zona de estudio con el fin de obtener las muestras necesarias, las que fueron posteriormente estudiadas en los laboratorios del Museo de La Plata, del LEMIT (Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas) y del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia".

El viaje fué costado por el Museo de La Plata, con fondos del subsidio "Mapa Geológico de la Provincia de Buenos Aires", que esta última financia anualmente.

El objetivo fundamental de ese estudio era determinar si las arenas de esa región podrían tener aplicación industrial, y el informe técnico correspondiente fué elevado en mayo de 1948. Sobre la base de ese informe, pero encarado ahora con criterio psamográfico, se ha redactado este trabajo, en el que se detallan todas las investigaciones efectuadas sobre el material disponible y se reúnen los resultados obtenidos.

Si se tiene en cuenta la enorme extensión del territorio argentino y la abundancia de depósitos arenosos, principalmente en forma de médanos interiores, resulta harto desproporcionado el escaso número de estudios psamográficos que se han realizado hasta el presente. Por lo menos, ésta es la impresión que se recoge al consultar la bibliografía correspondiente, si bien es posible que algunas reparticiones nacionales o provin-

ciales y empresas privadas hayan realizado estudios sobre arenas sin haber publicado los resultados obtenidos. Por otra parte, las investigaciones psamográficas que se han publicado no tienen un carácter sistemático y metódico, lo que constituye un serio inconveniente ya que estos métodos de estudio, fundamentales para correlacionar e interpretar formaciones psamíticas, sólo rinden sus mejores frutos cuando se abarcan áreas de gran extensión. Con todo, cada estudio publicado va llenando un claro en nuestro conocimiento de los materiales sedimentarios, y es con este criterio que el autor se ha decidido a publicar esta contribución. Por otra parte, un alumno de la Facultad de Ciencias Naturales de La Plata está realizando su trabajo de tesis sobre las arenas de la punta norte del Cabo San Antonio, lo que, junto con el presente informe, permitirá abarcar una distancia de cerca de 200 kilómetros sobre la costa bonaerense y aumentar el conocimiento mineralógico de estos sedimentos.

Por último, el autor desea expresar su reconocimiento a los directores del Instituto del Museo de La Plata y del LEMIT, doctores Emiliano J. Mac Donagh y Pedro J. Carriquiriborde, respectivamente, quienes otorgaron toda clase de facilidades para la prosecución de estas investigaciones. El doctor Agustín E. Riggi puso a disposición del autor los laboratorios del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", y el doctor Enrique Fossa-Mancini formuló sugerencias de indudable valor.

#### ZONA DE ESTUDIO Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

La zona costanera recorrida y estudiada comprende unos 100 kilómetros de longitud. La costa es recta, con rumbo NS, aproximadamente, hasta el cabo Punta Médanos, y desde allí tuerce hacia el SSW. No hay ni ríos ni arroyos que desemboken en el mar, y la playa arenosa, de unos 100 a 200 metros de ancho, según la marea, se extiende uniforme y lisa en toda esa distancia.

Los médanos vivos, característicos de la región, comienzan al pie de la playa y se extienden en forma casi continua a lo

largo de toda la costa, aumentando en altura a medida que nos dirigimos hacia el sur, lo que podría atribuirse al hecho de que va disminuyendo el aporte fangoso del Río de La Plata al alejarnos de la bahía de Samborombón, pues es lógico suponer que, de los materiales arrastrados al mar por ese río y otros de la región (Salado y Samborombón), los arenosos se han depositado cerca de la desembocadura, en tanto que el limo y la arcilla han llegado mucho más lejos. Forman un cordón arenoso paralelo a la costa, cuyo ancho varía entre pocas decenas de metros y dos o tres kilómetros, según los lugares. Estos médanos carecen de forma típica y cambian continuamente de ubicación y dimensiones, salvo en los casos en

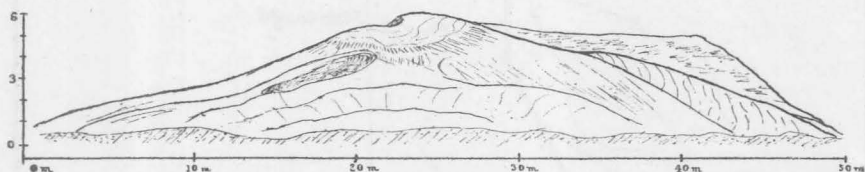


Fig. 1. — Médano situado a unos 30 kms al sur de Mar de Ajó. (Escala vertical algo exagerada).

que han sido fijados por la vegetación. La figura 1 muestra el contorno de un médano situado a unos 30 kilómetros al sur de Mar de Ajó, que da idea de su forma y sus dimensiones. La escasa compactación de las arenas impidió el estudio de la estructura interna de los médanos.

La recolección de muestras se realizó de modo uniforme en todos los casos. Las arenas de playa fueron extraídas efectuando una excavación de un metro de lado y de unos treinta centímetros de profundidad, mezclando bien el material así recogido y cuarteándolo reiteradamente antes de colocar las muestras en las bolsas correspondientes. Estas arenas se extrajeron cerca de la línea de la marea baja y se tomaron unos dos kilogramos de muestra en cada caso. Las arenas de médano se obtuvieron en forma similar, por medio de excavaciones en las dunas y cuarteo del material.

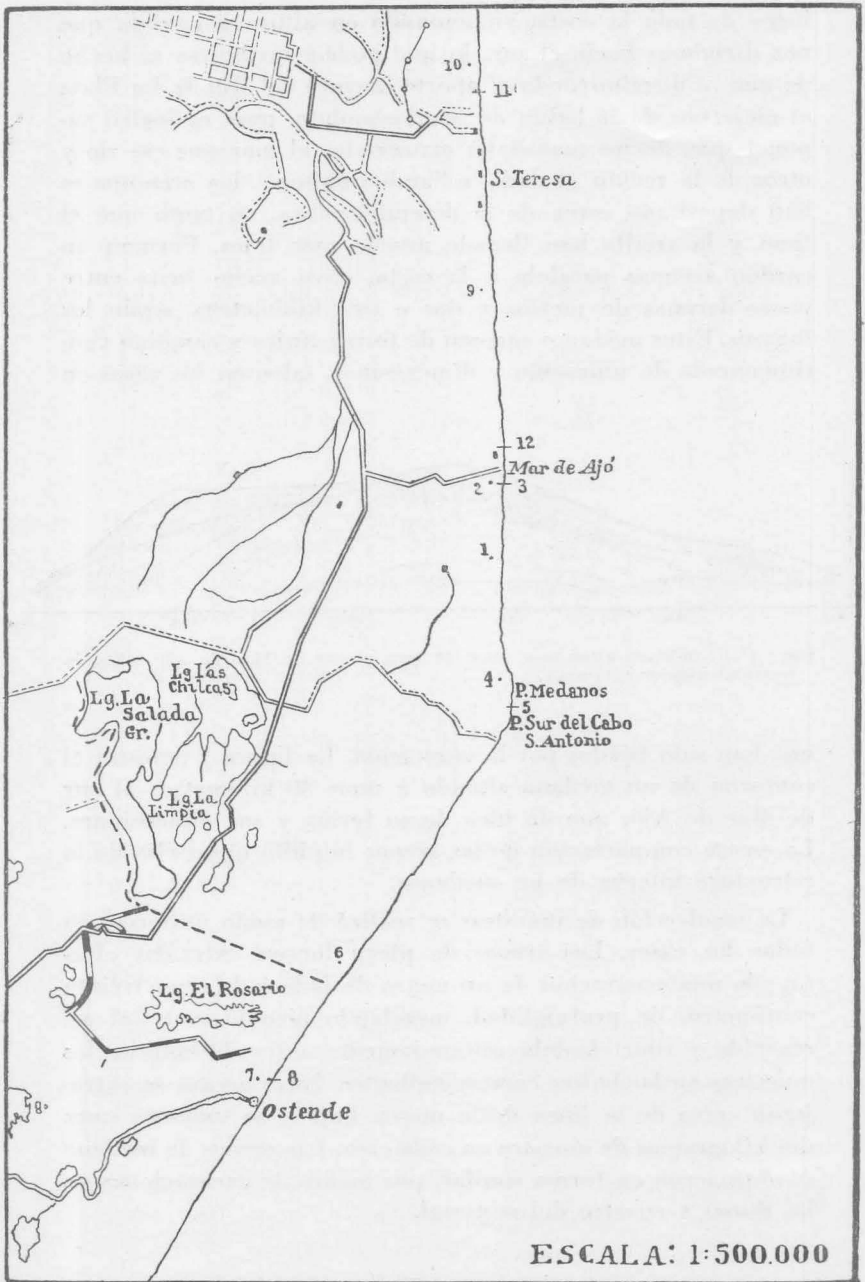


Fig. 2. — Bosquejo de la zona recorrida y procedencia aproximada de las muestras recogidas.

En el mapa de la figura 2 se representa la zona de estudio y se señalan los lugares aproximados de donde provienen las muestras analizadas.

## MÉTODOS DE LABORATORIO

### *Tamizado.*

Como el análisis mecánico tiene gran importancia en los estudios psamográficos, se realizó el tamizado de todas las muestras. Con ese fin se utilizó una serie de tamices "Standard Tyler" cuyas aberturas de malla (o distancias entre los alambres) varían en progresión geométrica según la  $\sqrt{2}$ , o sea 1.414. La elección de esta serie fué hecha a causa de que coincide aproximadamente con la escala de clasificación dimensional de los sedimentos clásticos ideada por Wentworth en 1922, que es una de las que más se utilizan en geología. El tamizado fué realizado en el Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", ya que las series de tamices del Museo de La Plata y del LEMIT están incompletas, lo que no permite utilizar los resultados obtenidos para cálculos estadísticos. La operación se realizó mecánicamente con una máquina vibradora Comb (Westinghouse) y el tiempo del tamizado fué de 20 minutos por cada muestra.

### *Determinación de carbonato de calcio.*

La simple observación megascópica de las arenas permitió comprobar la presencia de numerosos fragmentos blanquecinos o amarillentos de conchas de moluscos. Por este motivo se creyó conveniente determinar el porcentaje total de carbonato de calcio presente en las muestras, para lo cual se las atacó, previo secado en estufa a 105°C, con ácido clorhídrico diluído, obteniéndose el porcentaje por diferencia de peso.

### *Separación de minerales pesados.*

Con cada una de las muestras se hizo una separación de los minerales pesados, pues son ellos los que permiten establecer

correlaciones entre las distintas arenas y extraer conclusiones sobre su origen. Como líquido separador se utilizó el bromoformo (densidad: 2,88, cuando puro), y el aparato de separación consistió en un embudo de vidrio cerrado en la parte inferior por un tubo de goma y una pinza de Mohr. El tiempo de separación para cada muestra fué de alrededor de media hora.

#### *Preparación del material.*

Con el fin de realizar el estudio mineralógico de las arenas se hicieron tres preparaciones fijas en bálsamo de Canadá de cada una de las muestras: una con la arena total; otra con la fracción de minerales livianos y la tercera con los minerales pesados. También se hicieron algunas preparaciones transitorias, en líquidos de conocidos índices de refracción, con aquellos minerales de difícil determinación. Finalmente, se hicieron separaciones con un imán permanente, y algunas de ellas fueron montadas en bálsamo de Canadá.

#### COLOR Y ASPECTO DE LAS ARENAS

Todas las muestras observadas presentan un color semejante, con pocas variaciones tonales, que podría definirse como castaño amarillento claro. Al tacto no producen marcada sensación de aspereza, y su aspecto a ojo desnudo es bastante uniforme, tanto en tamaño como en composición, destacándose únicamente fragmentos blanquecinos de conchas de moluscos y granos oscuros no muy abundantes.

La observación con el microscopio binocular (estructura) permite comprobar que los granos están bastante bien seleccionados en tamaño, pues si bien hay variaciones en el tamaño de los componentes de las arenas ellas no son muy marcadas. La forma de los granos es por lo general subangulosa, rara vez bien redondeada, aunque no faltan numerosos fragmentos irregulares o alargados, a veces con aristas vivas y concavidades marcadas. Ni en las arenas de playa ni en las de médano se

observaron granos con la superficie picada o esmerilada, característica de la acción eólica.

La observación estructural permitió comprobar que predominan los granos subangulosos o subredondeados de cuarzo, fácilmente reconocibles por su brillo vítreo, aunque a veces suelen estar recubiertos por velos amarillentos de hidróxidos de hierro. Los feldespatos, también abundantes, se distinguen por presentarse generalmente como trozos de clivaje, con bordes rectos y ángulos redondeados, aunque suelen hallarse fracturados en forma irregular. Los fragmentos irregulares de conchas de moluscos aparecen con un color blanco lechoso, o más comúnmente amarillento, y suelen alcanzar mayores dimensiones que el resto de los minerales componentes de las arenas. Se observaron igualmente prismas alargados, con señales de redondeamiento, de hipersteno verdoso oscuro, casi negro, y granos redondeados de augita verde. Finalmente, se notaron numerosos granos opacos, de color negro, con formas angulosas o redondeadas, de magnetita, que fueron sometidos a la acción de un imán permanente para su identificación.

Aunque no sea una práctica esencial en los estudios psamográficos, se efectuaron determinaciones de peso específico de las arenas por el método del picnómetro. Los valores obtenidos oscilan entre 2.65 y 2.70, sin que haya ninguna relación evidente entre peso específico y distribución geográfica.

#### ANÁLISIS MECÁNICO DE LAS ARENAS (TEXTURA)

Con el propósito de ilustrar los resultados obtenidos mediante el tamizado de las arenas, se seleccionaron ocho muestras en total, de las cuales cuatro son de playa y cuatro de médano. Con estas ocho muestras resulta posible obtener una idea aproximada de la composición mecánica de las arenas de la zona estudiada, a causa de que no presentan grandes variaciones en la textura.

En la Tabla I, junto con los tamices y las respectivas aberturas en milímetros de las mallas, se dan en peso los resultados obtenidos, mientras que en la Tabla II se tabulan los porcentajes de los mismos tamizados, junto con algunos datos

TABLA I. — ANÁLISIS MECÁNICOS (EN PESO)

Número de tamiz . . . .	Peso en gramos retenido en cada tamiz								Total
	24	32	42	60	80	115	170	250	
Abertura en mm . . . . .	0.701	0.495	0.351	0.246	0.175	0.124	0.088	0.061	
<i>Muestras de playa:</i>									
Número 3 . . . . .	0.067	0.676	16.47	13.54	11.93	6.99	0.15	0.06	49.87
Número 5 . . . . .	0.00	0.05	3.66	9.04	24.93	11.70	0.26	0.10	49.74
Número 8 . . . . .	0.00	0.01	1.57	8.08	24.36	14.42	0.99	0.45	49.88
Número 11 . . . . .	0.03	0.25	2.02	8.04	23.51	14.75	1.08	0.15	49.83
<i>Muestras de médano:</i>									
Número 1 . . . . .	0.01	0.02	0.20	11.52	22.94	12.27	2.05	0.94	49.95
Número 4 . . . . .	0.01	0.06	0.84	5.23	28.19	14.06	0.88	0.42	49.69
Número 6 . . . . .	0.81	2.01	10.05	8.84	16.65	9.05	1.28	0.05	49.74
Número 10 . . . . .	0.08	0.24	1.50	5.61	22.72	17.94	1.23	0.38	49.70

TABLA II. — ANÁLISIS MECÁNICOS (EN POR CIENTO) Y DATOS ESTADÍSTICOS

Número de tamiz ....	Por ciento retenido en cada tamiz									Datos estadísticos		
	24	32	42	60	80	115	170	250	Total	Media en mm	Coef. de sel.	Coef. de asim.
Abertura en mm .....	0.701	0.495	0.351	0.246	0.175	0.124	0.088	0.061				
<i>Muestras de playa:</i>												
Número 3 .....	0.12	1.34	32.94	27.08	23.86	13.98	0.30	0.12	99.74	0.281	1.38	0.98
Número 5 .....	0.00	0.10	7.32	18.08	49.86	23.40	0.52	0.20	99.48	0.205	1.20	1.05
Número 8 .....	0.00	0.02	3.14	16.16	48.72	28.84	1.98	0.90	99.76	0.190	1.21	1.06
Número 11 .....	0.06	0.50	4.04	16.08	47.02	29.50	2.16	0.30	99.66	0.186	1.20	1.10
<i>Muestras de médano:</i>												
Número 1 .....	0.02	0.04	0.40	23.04	45.88	24.54	4.10	1.88	99.90	0.197	1.22	1.02
Número 4 .....	0.02	0.12	1.68	10.46	56.38	28.12	1.76	0.84	99.38	0.186	1.15	1.07
Número 6 .....	3.62	4.02	20.10	17.68	33.30	18.10	2.56	0.10	99.48	0.234	1.45	1.25
Número 10 .....	0.16	0.48	3.00	11.22	45.44	35.88	2.46	0.76	99.40	0.181	1.19	1.08

estadísticos calculados en base a las curvas acumulativas de frecuencia. En todos los casos se tamizaron 50 gramos de muestra, lo que constituye una cantidad suficiente de material como para asegurar buenos resultados. Previo al tamizado, las muestras fueron cuarteadas en el laboratorio y secadas en estufa.

A los efectos de poder comparar mejor los distintos tipos de arena, su grado de selección <sup>1</sup>, su moda y otros caracteres texturales, se confeccionaron histogramas de las diversas muestras que figuran en las tablas de análisis granulométricos. Tanto en las Tablas I y II como en los histogramas se han colocado las muestras en dos grupos, arenas de playa y arenas de médano, a fin de permitir su fácil cotejo.

La observación de los histogramas permite extraer las siguientes conclusiones: en las arenas de playa, la moda, o sea el diámetro de granos que es más frecuente en la distribución, está representado por la fracción que pasa por el tamiz 60 (abertura de malla: 0.246 mm) y es retenida por el 80 (abertura: 0.175 mm), a la que se le puede asignar un diámetro medio de 0.210 mm. La única excepción la constituye la muestra N° 3, donde la moda tiene un valor medio de 0.423 mm por estar comprendido el porcentaje dominante entre los tamices 32 (abertura de malla: 0.495 mm) y 42 (abertura: 0.351 mm). Igualmente notamos que todas las arenas están relativamente bien seleccionadas en tamaño, y que alrededor del noventa por ciento de cada una de ellas está comprendido entre un máximo de alrededor de 0.351 mm y un mínimo de 0.124 mm, salvo la muestra N° 3 en la que el límite máximo llega a 0.495 mm. En las arenas de médano, igualmente, la fracción modal es siempre aquella que pasa por el tamiz 60 y es retenida por el 80, y que teóricamente tendría un diámetro medio de 0.210 mm. Como en el caso de las muestras de playa, las arenas de médano se hallan en su casi totalidad contenidas entre un límite máximo de 0.351 mm y un límite míni-

<sup>1</sup> El autor traduce con el nombre de "selección" lo que los escritores de habla inglesa llaman "sorting". En nuestro país suele también usarse la palabra "clasificación" para el mismo concepto. Ambos vocablos son poco acertados, pero no parece haber un equivalente castellano adecuado para el término inglés.

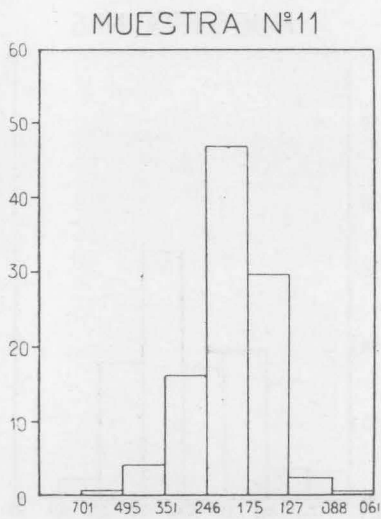
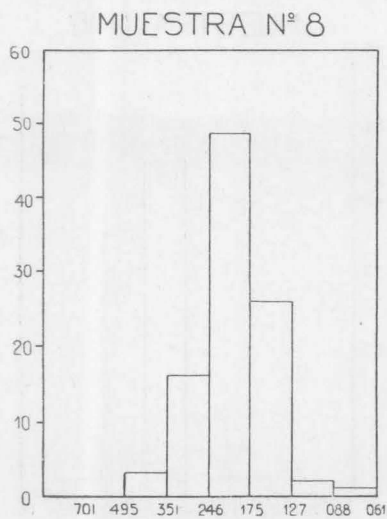
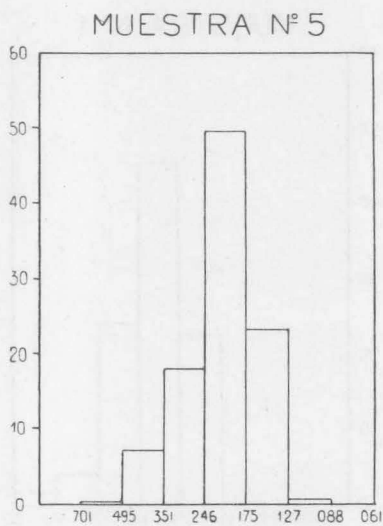
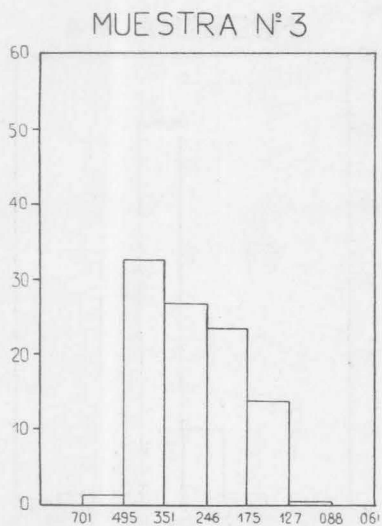


Fig. 3. — Histogramas de algunas de las arenas de playa.

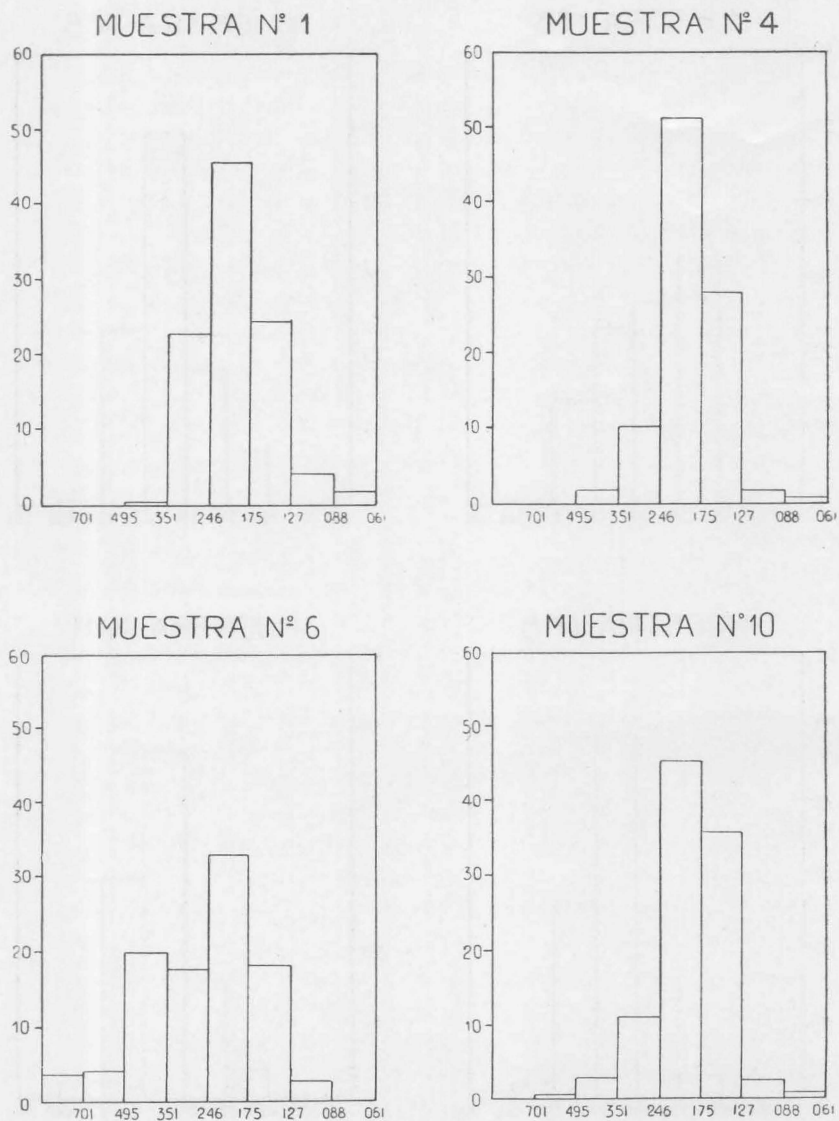


Fig. 4. — Histogramas de algas de las arenas de médano.

mo de 0.124 mm; la única excepción la constituye la muestra número 6, en la que hay un más elevado porcentaje de granos mayores, por lo que el límite máximo correspondería a 0.495 mm. La similitud en los resultados obtenidos mediante el análisis mecánico parece indicar que no hay grandes diferencias granulométricas entre arena de playa y de médano, lo que resulta perfectamente aceptable si se admite que los médanos se han formado a expensas de la arena de la playa.

Además de los histogramas, se confeccionaron las curvas acumulativas de frecuencia de las diversas muestras, ya que sobre tales curvas se pueden efectuar los cálculos de datos estadísticos que permiten comparar en forma más precisa los resultados de los análisis mecánicos. Las figuras 5 y 6 muestran este tipo de curvas, representándose en el eje de ordenadas los porcentajes acumulados en los distintos tamices, y en el de abscisas los diámetros en milímetros, en escala logarítmica para hacer que no aparezcan demasiado juntos los puntos correspondientes a los tamices de menos abertura. Debe destacarse que las curvas de este tipo son casi siempre imperfectas a causa de la falta de puntos intermedios entre aquellos que representan las aberturas de las mallas de los tamices.

El punto donde la curva acumulativa de frecuencia corta la recta horizontal de 50 por ciento da el diámetro medio de las arenas, o simplemente *media*. En nuestro caso, la media oscila entre 0.281 mm y 0.181 mm como máximo y mínimo respectivamente. Si bien la media mayor corresponde a una arena de playa (muestra N<sup>o</sup> 3), no se observa ninguna diferencia apreciable en el valor medio entre las arenas de playa y las de médano. Esto sugeriría que, de provenir los médanos de las arenas de la playa, la acción selectiva del viento ha sido muy poco marcada; tanto es así, que la muestra N<sup>o</sup> 6 es más gruesa y tiene una media mayor que tres de las cuatro arenas de playa analizadas mecánicamente.

Para determinar si un sedimento está bien seleccionado en tamaño se recurre al llamado *coeficiente de selección*, que está dado por la raíz cuadrada de la relación entre el primer y el tercer cuartil, llamándose cuartiles los diámetros indicados por

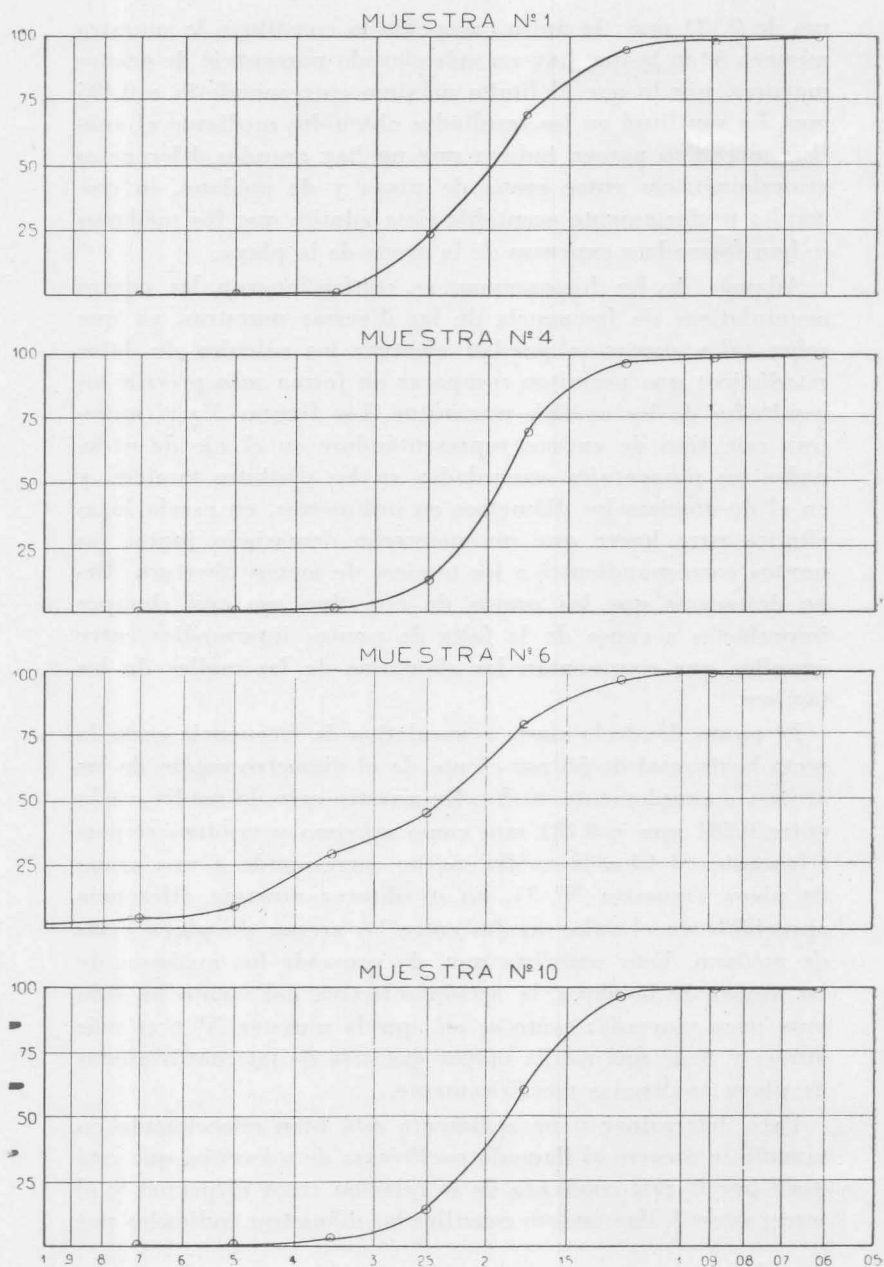
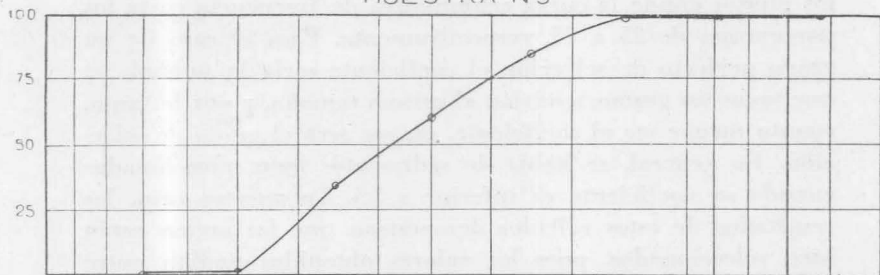
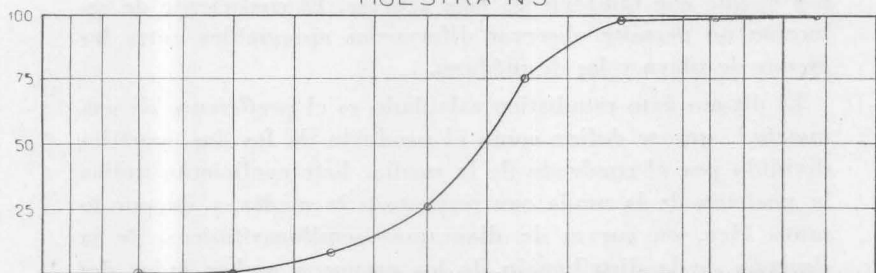


Fig. 5. — Curvas acumulativas de frecuencia de algunas arenas de playa. Eje de ordenadas: porcentajes; eje de abscisas: diámetro en milímetros de los grados.

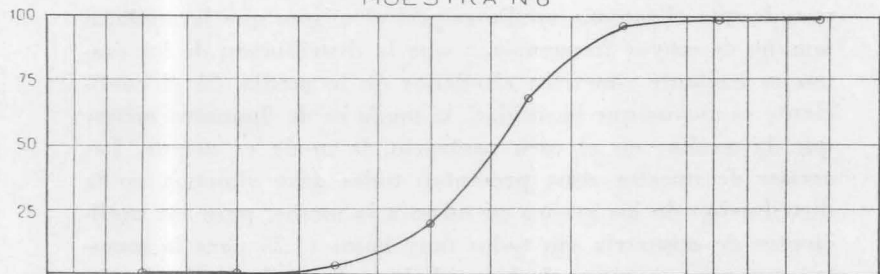
MUESTRA N°3



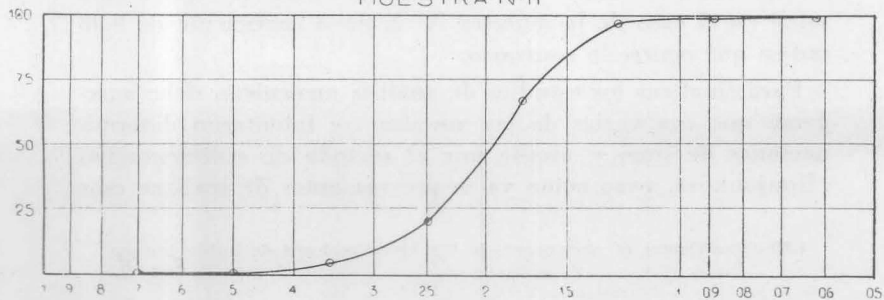
MUESTRA N°5



MUESTRA N°8



MUESTRA N°11



los puntos donde la curva acumulativa de frecuencia corta los porcentajes de 25 a 75, respectivamente. Para el caso de un grado perfecto de selección el coeficiente sería la unidad, ya que todos los granos tendrían el mismo tamaño, y por lo tanto, cuanto menor sea el coeficiente, mayor será el grado de selección. En general, se habla de sedimentos bien seleccionados cuando su coeficiente es inferior a 2.5. En nuestro caso, los resultados de estos cálculos demuestran que las arenas están bien seleccionadas, pues los valores obtenidos oscilan entre 1.45 y 1.15. Las muestras peor seleccionadas son las número 6 y 3, que son también las más gruesas. El coeficiente de selección no permite observar diferencias apreciables entre las arenas de playa y las de médano.

El último dato estadístico calculado es el *coeficiente de asimetría*<sup>1</sup>, que se define como el producto de los dos cuartiles dividido por el cuadrado de la media. Este coeficiente indica la posición de la moda con respecto a la media, y da por lo tanto idea, en curvas de diagramas semilogarítmicos, de la simetría de la distribución de los granos a ambos lados del diámetro medio; si este valor es cercano a la unidad se desprende que el tamaño medio es casi el mismo que la moda, o tamaño de mayor frecuencia, y que la distribución de los granos es bastante simétrica alrededor de la media. Si el coeficiente es mayor que la unidad, la moda es de diámetro menor que la media; en el caso contrario, la moda es mayor. Las arenas de nuestra zona presentan todas gran simetría en la distribución de los granos en torno a la media, pues los coeficientes de asimetría son todos muy bajos (1.25 para la muestra que más se aparta de la unidad), y la moda, con relación a la media, se halla hacia el lado de los granos más pequeños, salvo en el caso de la muestra N<sup>o</sup> 3, cuyo coeficiente de 0.98 indica que ocurre lo contrario.

Para finalizar los estudios de análisis mecánicos, debe agregarse que con varias de las muestras se intentaron determinaciones de limo y arcilla por el método de sedimentación (Boujoukos), pero como ya se preveía antes de realizar esos

<sup>1</sup> El "Coefficient of skewness" de los investigadores de habla inglesa.

ensayos, se comprobó que esas fracciones no estaban representadas en las arenas.

En base a todo lo expuesto, se pueden establecer las siguientes consideraciones de índole textural: cualquiera sea la escala de clasificación dimensional de sedimentos actualmente en uso que se adopte (Atterberg, Wentworth, Holmes, United States Bureau of Soils, etc.), las arenas estudiadas se pueden clasificar como finas con leve tendencia a medianas. Todas ellas están regularmente bien seleccionadas en tamaño, la media oscila alrededor de 0.2 mm, y la distribución de los granos en torno al diámetro medio se realiza en forma muy simétrica.

#### MINERALOGÍA DE LAS ARENAS

##### *Composición mineralógica general de las arenas.*

El estudio de la composición mineralógica de las arenas, efectuado por medio del microscopio polarizante, demostró que es escasa la variación en los minerales de las muestras de distintos lugares, y que las diferencias son de carácter cuantitativo más que cualitativo, ya que las mismas especies se repiten en casi todas las preparaciones. La estimación de los porcentajes de los distintos minerales se hizo en base al recuento de granos, y los resultados que se dan en la Tabla III pueden considerarse bastante aproximados, ya que la buena selección de las arenas debe haber hecho disminuir considerablemente el error que introduce este método a causa de los distintos volúmenes de los granos de diferentes dimensiones.

El cuarzo, el mineral más abundante en todas las muestras, salvo en la N<sup>o</sup> 12, se presenta por lo común en granos subangulosos o irregulares, a veces con aristas agudas, pero más comúnmente algo redondeadas; con todo, algunos granos están muy bien redondeados. Casi todos los fragmentos son límpidos, pero muchos de ellos están cubiertos en forma total o parcial por velos de hidróxidos de hierro. Las dimensiones medias de los granos oscilan entre 0.200 mm y 0.250 mm. En ningún caso se observó extinción ondulante.

TABLA III. — LOS MINERALES PRESENTES EN ALGUNAS DE LAS MUESTRAS (Porcentaje)

Minerales	Muestras											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cuarzo .....	45	51	50	47	53	48	36	46	44	48	40	17
Plagioclasas .....	20	21	8	17	17	14	16	12	5	19	13	7
Feldespatos potásicos	x	2	6	7	3	4	7	1	5	7	3	1
Hipersteno .....	4	3	1	1	2	3	1	2	4	x	2	x
Augita .....	3	3	1	1	3	3	3	4	3	—	3	x
Carbonatos de calcio	10	7	9	6	6	5	4	13	11	6	12	63
Magnetita .....	5	7	4	4	5	6	6	3	5	3	6	4
Leucoxeno .....	x	x	x	—	1	1	x	x	x	—	1	—
Hematita y limonita	6	2	7	4	3	5	8	9	6	7	6	3
Productos arcillosos	3	3	8	12	6	7	15	7	11	9	12	4
Vidrio volcánico	x	x	3	—	1	—	—	—	—	—	x	—
Hornblenda común	x	—	—	x	—	—	x	—	—	x	x	x
Hornblenda basáltica	x	—	—	—	x	x	—	x	x	—	x	x
Turmalinas .....	x	x	—	x	—	x	x	—	x	x	—	x
Granates .....	1	x	x	x	—	x	x	—	x	—	x	x
Epidoto .....	x	x	—	—	x	x	x	x	x	—	—	x
Zircón .....	x	—	x	—	—	—	—	—	—	—	x	—
Biotita .....	—	x	x	—	—	—	x	x	—	x	—	—
Actinolita .....	—	—	—	—	x	—	—	x	—	—	x	—
Ópalo .....	—	x	x	—	—	—	—	—	—	x	—	—
Apatita .....	—	—	—	x	—	x	x	—	—	—	—	—

Se indican con "x" aquellos minerales que sólo están representados por dos o tres granos.

Los mayores aumentos del microscopio permitieron distinguir, en muchos de los granos de cuarzo, la presencia de numerosas inclusiones flúidas, dispuestas sin orden visible o en línea, y de inclusiones sólidas (regulares de clorita y de un mineral opaco, aciculares de apatita). Se observaron, además, algunos fragmentos irregulares de una roca silícea de grano fino (cuarcita).

Las *plagioclasas*, que siguen al cuarzo en orden de abundancia, aparecen como fragmentos de clivaje algo redondeados en

sus extremos, aunque algunos están rotos en forma irregular. Sus dimensiones son similares a las del cuarzo, pero debe hacerse notar que hay una mayor abundancia de fragmentos de menor tamaño, lo que podría atribuirse a la menor dureza y el fácil clivaje de estos feldespatos. Casi todos los cristales están maclados según la ley de la albita, generalmente con láminas delgadas, y muchos trozos presentan estructura zonal bien visible; tampoco faltan las maclas combinadas de Carlsbad y albita. La medición de los ángulos de extinción simétrica, y la observación de los índices de refracción, permitieron determinar que en su mayoría son plagioclasas ácidas o intermedias, predominando entre ellas la andesina. A pesar de que estos feldespatos se alteran con relativa facilidad, la mayoría de los granos en las preparaciones estudiadas aparecen claros y límpidos, y sólo en pocos casos se ven señales de caolinización incipiente.

Los feldespatos potásicos, mucho menos abundantes que las plagioclasas, están representados por fragmentos irregulares de *microclino* y *ortoclasa*. El primero es fácilmente reconocible por su típica estructura de enrejado, y la segunda, que casi nunca presenta visible la macla de Carlsbad, sólo se puede distinguir del cuarzo por sus bajos índices de refracción y por la turbidez debida a la descomposición, en los casos que ésta ya se ha establecido. En la Tabla III se los ha computado juntos, aunque en realidad hay un marcado predominio, en abundancia, de la ortoclasa. Si bien algunos fragmentos están completamente frescos, la mayoría presenta distintos grados de alteración, desde la incipiente hasta los agregados arcillosos que se describen más abajo.

Dentro del grupo de los piroxenos, el representante rómico, *hipersteno*, se encuentra en cantidades discretas en todas las arenas. Aparece por lo común en forma de prismas alargados, unas veces con las terminaciones redondeadas, y otras con rotura irregular. La longitud media de los cristales es de alrededor de 0.220 mm, y exhiben todos el típico pleocroísmo de verde pálido a rosado pálido. En algunos fragmentos irregulares prismáticos, y en ocasiones en los extremos de los granos alargados, se puede observar un sistema de líneas paralelas

de clivaje. A menudo es dable distinguir, en algunos cristales, pequeñas inclusiones opacas, generalmente de sección rectangular, dispuestas sin orden visible pero conservando una cierta alineación con el eje *c*.

El otro piroxeno que se encuentra en casi las mismas proporciones que el hipersteno es la *augita*. Se presenta en granos redondeados y ovoides, de dimensiones similares a las del hi-

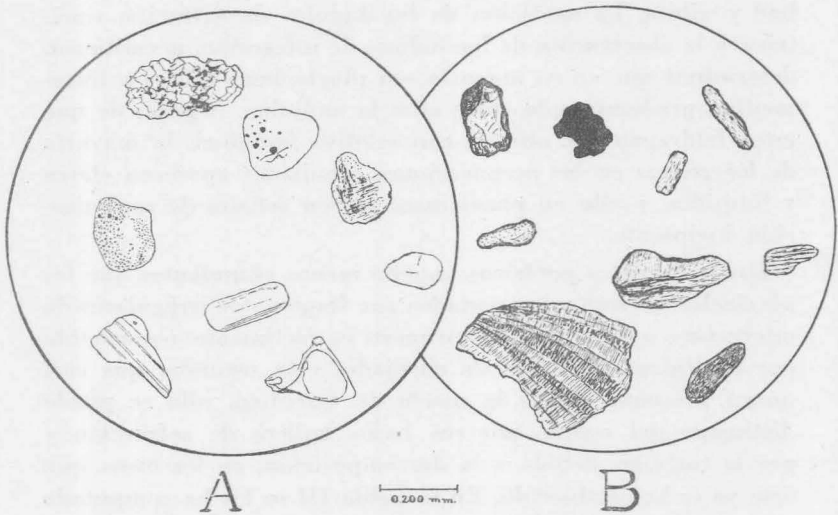


Fig. 8. — Algunos de los minerales comunes en las arenas de médano. A, minerales livianos: cuarzo, plagioclasas, microclino algo alterado, vidrio volcánico, fragmento de cuarcita; B, minerales pesados: aragonita fibrosa, hipersteno, augita, turmalina, granate y magnetita.

persteno; su color es verde, a veces con tonos castaños, y con pleocroísmo débil o ausente. No se observa ningún sistema de clivaje, lo que puede atribuirse al buen redondeamiento de los granos. A veces se ven algunas inclusiones sólidas. Tanto este piroxeno como el anterior se encuentran perfectamente frescos, sin ninguna señal visible de alteración.

El carbonato de calcio, proveniente de restos de conchas de moluscos (almejas particularmente), se presenta aparentemente bajo las formas de *aragonita* y *calcita*. La distinción entre estos dos minerales no siempre es posible, pero en al-

gunos casos en que, con luz convergente, se ha podido obtener en fragmentos fibrosos una figura biáxica negativa con poca abertura de las isógiras, se ha tenido la seguridad de que se trataba de aragonita, lo cual concuerda con el hecho de que numerosos fragmentos de conchas han caído junto con los minerales pesados en la separación bromofórmica, aunque tal caída puede deberse a impurezas en la calcita. Pero, por otra parte, en varios fragmentos se ha obtenido la figura uniáxica

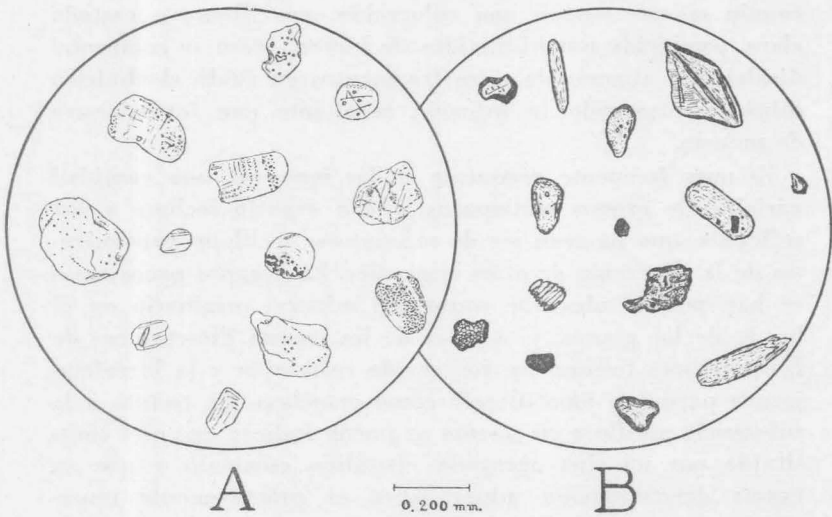


Fig. 7. — Algunos de los minerales comunes en las arenas de playa. A, minerales livianos: granos de cuarzo, a veces con numerosas inclusiones, trozos de plagioclasas, a menudo zonadas, grano de microclino y fragmento de cuarcita; B, minerales pesados: hipersteno, augita, granate, magnetita, epidoto, turmalina y aragonita fibrosa.

negativa de la calcita, y como en numerosísimos trozos calcáreos no se ha podido conseguir figura alguna de interferencia, resulta prácticamente imposible calcular qué porcentaje corresponde a cada mineral. El autor, basándose casi exclusivamente en la estructura fibrosa de muchos de los fragmentos y en la extinción paralela de las fibras, se aventura a creer que hay predominio de la aragonita (que procedería del ostracum de la concha) sobre la calcita. Por ese motivo, en la Tabla III

se ha empleado el nombre genérico de carbonatos de calcio, sin especificar si se trata de calcita o de aragonita.

Los trozos calcáreos son generalmente de contornos muy irregulares, pero de cuando en cuando se observan granos, aparentemente más antiguos, que han sido completamente redondeados por la acción del oleaje. Sus dimensiones son en general muy variables, pero comúnmente exceden a las de los otros minerales, llegando a alcanzar tamaños de hasta 0.5 mm y aún más. Muchos de los fragmentos son incoloros, pero lo común es que tengan una coloración amarillenta o castaña clara, producida por hidróxidos de hierro, como se comprobó disolviendo algunos de estos fragmentos en ácido clorhídrico diluido y tratando la solución resultante con ferrocianuro de potasio.

Es muy frecuente encontrar en las muestras una cantidad variable de granos semiopacos, y con aspecto lechoso a luz reflejada, que parecen ser de *substancias arcillosas* provenientes de la alteración de otros minerales. En algunos pocos casos se han podido observar restos del mineral originario en el borde de los granos, y, a pesar de las escasas dimensiones de las porciones frescas, los índices de refracción y la birrefringencia permiten identificarlo como ortoclasa. En cuanto a la *substancia arcillosa* en sí, sólo se puede indicar que está constituida por un fino agregado cristalino escamoso y que su exacta determinación mineralógica es prácticamente imposible.

Estos agregados arcillosos presentan en su mayoría un color rojizo o amarillento producido por penetración de óxidos e hidróxidos de hierro (hematita y la mal llamada limonita), los que a veces tiñen por completo al material de alteración y lo hacen completamente opaco, si bien conservan siempre un aspecto terroso. Por este motivo, la determinación de los porcentajes de estos óxidos e hidróxidos de hierro es harto imprecisa, pues casi siempre resulta imposible comprobar si los granos están constituidos exclusivamente por estos óxidos o si ellos forman un velo que cubre y penetra por entero los agregados arcillosos.

Los fragmentos de *vidrio volcánico* tienen su típica forma

irregular con aristas agudas, y en algunos pocos casos ha sido posible observar burbujas alargadas de aire ocluidas en los canalículos, lo que les confiere un aspecto de fluidalidad. Los bajos índices de refracción de los fragmentos vítreos, que son siempre inferiores al del bálsamo de Canadá, indican que se trata de un vidrio ácido incoloro, posiblemente riolítico.

Los minerales restantes se encuentran muy escasamente representados, constituyendo siempre mucho menos del uno por ciento del total de las arenas, y no se los halla por lo común en todas las muestras. Entre ellos podemos citar: cristales prismáticos verdosos de hornblenda común: granos algo alargados de hornblenda basáltica, con su característico pleocroísmo del castaño amarillento al castaño muy oscuro y su extinción casi paralela; trozos prismáticos y secciones trigonales de turmalina castaña oscura (schorlita), fuertemente pleocroica al castaño amarillento; fragmentos irregulares y sin redondear de granate rosado; granos pequeños, irregulares o redondeados, de epidoto verdoso; unos pocos prismas bipyramidados muy diminutos de zircón; dos o tres escamas de biotita; uno o dos cristales prismáticos de actinolita verdosa pálida, etc.

Dentro de los restos orgánicos, sólo se pueden citar los trozos de conchas de moluscos, y uno que otro fragmento de xilópalo, donde se puede ver la estructura de la madera originaria.

La distribución de todos estos minerales es bastante constante, y los estudios realizados no han aportado indicios que permitan trazar una distinción mineralógica entre las arenas de playa y las de médano, como no sea un inferior porcentaje de carbonato de calcio en estas últimas.

#### *Variación en el contenido de carbonato de calcio.*

La observación *in situ* de las arenas permitió desde el comienzo inferir que sería muy variable la cantidad de carbonato de calcio contenido en las mismas, pues en la playa las mareas cambian continuamente la posición de los localmente llamados bancos de conchilla, o sea arenas ricas en restos sueltos de moluscos, lo que también ha de ejercer su influencia en los médanos, aunque desde luego en mucho menor escala.

Por medio del ataque con ácido clorhídrico diluído se comprobó que el carbonato varía desde 63 por ciento en las conchillas hasta un 6 por ciento en algunas muestras, la número 5 en particular. Con todo, si se dejan de lado las arenas muy conchíferas, se puede establecer que el contenido en carbonato de calcio oscila alrededor del 10 ó 15 por ciento en las arenas normales de la costa.

Se observó igualmente que las arenas más ricas en carbonato son las más gruesas, pero ello no se debe a que tengan mayor tamaño los granos de minerales, sino a que tienen mayores dimensiones los fragmentos de aragonita y calcita. Así, en la muestra número 12 (conchilla), un 70 por ciento tiene un diámetro superior a 0.500 mm, que es mucho mayor que el normal de las arenas, pero todo ese porcentaje de material grueso está constituido exclusivamente por pedazos de conchas, y los granos inorgánicos, que sólo forman el 30 por ciento, tienen las mismas dimensiones y caracteres que en las demás muestras.

En las arenas de médano, en cambio, el porcentaje es más constante, pues en casi todas oscila alrededor del 8 por ciento, aunque en ciertos casos, como por ejemplo en el de la muestra N<sup>o</sup> 7, puede descender hasta constituir sólo el 3 por ciento del total.

#### *Variación en el contenido total de minerales pesados.*

Las primeras separaciones que se realizaron con las distintas muestras no fueron, en general, muy exitosas, lo que puede atribuirse al anormalmente bajo peso específico del líquido utilizado (bromoforno); el posterior lavado del bromoforno con agua para eliminar la fracción alcohólica permitió efectuar separaciones satisfactorias. Se prefirió hacer las separaciones sin disolver previamente el carbonato de calcio en ácido clorhídrico con el fin de comprobar si mediante la densidad se podría separar la aragonita de la calcita; empero, los resultados fueron negativos, lo que puede atribuirse a las impurezas de hierro que colorean gran parte del carbonato y aumentan su densidad. A pesar de que algunos minerales "livianos" han caído junto con los pesados, los resultados ob-

tenidos han sido bastante constantes: el contenido total de minerales pesados varía alrededor del 10 por ciento en gran parte de las muestras, aunque en esa cantidad figuran algunos minerales livianos, tales como granos de cuarzo con inclusiones y de feldespatos, por lo que esa cifra no es del todo exacta. Si se descontara, por medio del recuento microscópico, la parte que corresponde a los minerales livianos accidentales, se obtendría un contenido del 7 ú 8 por ciento de minerales pesados, sin que se observen mayores diferencias en ese sentido entre arenas de playa y de médano. Debe mencionarse que, en el caso de la muestra N<sup>o</sup> 10, se separó un 2 por ciento de minerales pesados, pero esa cantidad parece ser anormalmente baja.

*Variación en las cantidades relativas de minerales pesados.*

El estudio microscópico revela un notable aumento en la concentración de los minerales pesados, especialmente de algunos de ellos que no eran muy comunes en las preparaciones de las muestras en que no se habían hecho separaciones (que denomino arenas totales). Así, se observa que hay una notable abundancia de piroxenos. La augita, por ejemplo, puede llegar a constituir el 30 por ciento del total, en tanto que el hipersteno ha sido generalmente concentrado hasta alcanzar un 20 por ciento. Lo normal es que el primer mineral predomine sobre el segundo, pero en el caso de las muestras 1 y 4 el hipersteno es el más abundante.

Los minerales opacos han aumentado igualmente en sus proporciones. La magnetita, que fué previamente atraída con un imán de la fracción de arena con que se iba a efectuar la separación bromofórmica, puede llegar a constituir un 13 por ciento. Debe también destacarse el hecho de que la hematita ha sido notablemente concentrada, alcanzando hasta un 12 por ciento del total de minerales pesados separadas con bromoformo. Además, en algunas de las muestras, en especial la número 7, aumenta la limonita en forma considerable.

Las turmalinas, que eran sumamente escasas en las muestras totales llegan a constituir algo así como el 8 por ciento de los minerales pesados. Algo semejante ocurre con los granates,

que se hacen también comunes en algunas separaciones, mereciendo destacarse en este sentido la muestra N<sup>o</sup> 7, donde alcanzan una concentración del 7 por ciento. Por otra parte, en la muestra N<sup>o</sup> 1 se nota un aumento en el porcentaje de los granos irregulares de epidoto.

Los fragmentos de aragonita (o calcita impura), dado su peso específico mayor que el del bromoformo, se halla presente en casi todos los separados, junto con pequeñas proporciones de otros minerales, tales como anfíboles, zircón, apatita, etc., que no evidencian una concentración notable.

Todos estos minerales pesados poseen los mismos caracteres que ya fueran descriptos en las arenas totales, por lo que resulta innecesario repetirlos en este lugar.

Resumiendo todo lo anteriormente expuesto, y dejando de lado los minerales livianos que no han sido separados, se puede establecer que hay un notable aumento en las cantidades relativas de los piroxenos y los minerales opacos. Las turmalinas y granates, de distribución más irregular, han alcanzado cantidades apreciables en ciertas muestras, mientras que en otras la separación bromofórmica no ha llegado a concentrarlos en forma destacada. Los demás minerales no han sufrido modificaciones esenciales en sus porcentajes relativos.

## ORIGEN DE LAS ARENAS

### *Transporte costanero.*

Antes de entrar a considerar la posible procedencia de los minerales de las arenas, conviene considerar someramente cómo se movilizan los sedimentos en la zona de estudio. La observación de una carta oceanográfica permite interpretar cuál ha de ser el movimiento de los materiales a lo largo de la costa. Dos corrientes marinas afectan la región: la del Brasil, cuya influencia es escasa por pasar lejos de la costa bonaerense, y la de las Malvinas que, con rumbo NNE, pasa más ceñida al continente, y de la cual se desprenden ramas que, luego de dirigirse hacia la costa, viran hacia el sur y corren paralelas a ella.

Otro factor de importancia que no debe olvidarse es el enorme aporte aluvional del Río de la Plata, pues si bien en su desembocadura las corrientes principales se dirigen al NE, hay otras de menor fuerza que corren con rumbo SW. Por este motivo, resulta muy posible que este río aporte una cierta parte del material costanero, fuera de los otros dos ríos pampeanos, el Salado y el Samborombón, cuyos sedimentos serían transportados hacia el sur al llegar a la costa.

Por otra parte, este cuadro general ha de sufrir numerosas variaciones a causa de las pequeñas corrientes de mareas, que se producen cotidianamente, y que distribuyen el material psamítico en forma variada y cambiante.

#### *Procedencia del material.*

La tarea de determinar la procedencia del material de las arenas es siempre dificultosa, y sólo en las mejores condiciones pueden obtenerse conclusiones firmes. Para que ello sea posible, se requiere un buen conocimiento de los afloramientos de rocas que suministran el material arenoso y de la dirección del transporte. En un caso como el presente, en que la costa está sujeta a influencias distintas y recibe probablemente aportes sedimentarios de muy variada procedencia, tal tarea resulta casi imposible, y lo único que se puede hacer es tratar de establecer correlaciones con otras zonas vecinas ya conocidas.

Con ese propósito, se han comparado los resultados obtenidos por el doctor M. Muhlmann en su tesis, donde describe cuatro muestras de Mar del Plata, a unos 150 kilómetros al sur de la región estudiada. Desgraciadamente, el doctor Muhlmann, quizá por dificultades en la obtención de las cribas necesarias, ha utilizado una serie de tamices muy inadecuados para ese tipo de arenas, con el resultado que la mayor parte de ellas se ha acumulado en un solo tamiz e impide que se puedan hacer comparaciones granulométricas. En lo que refiere a la parte mineralógica, las especies descritas son las mismas que en nuestro caso y se presentan prácticamente con la misma abundancia, pero con la diferencia de que parece haber un mayor porcentaje de minerales pesados (alrededor del 16 por

ciento), predominando entre ellos la magnetita, el hipersteno y la augita. Además, las arenas marplatenses son más ricas en sílice (algo más del 60 por ciento de cuarzo), y más pobres en feldespato (sólo hay un 5 por ciento de andesina) y en calcita. De modo que, al avanzar hacia el sur, pareciera que aumenta el cuarzo y los minerales pesados y disminuyen los feldespatos y la calcita.

En cuanto a los minerales de las arenas de la zona de Mar de Ajó, exceptuada la aragonita y calcita que son de origen orgánico, la mayoría de ellos son comunes y de amplia distribución, por lo que resulta muy difícil determinar su procedencia, aunque se pueden obtener algunas conclusiones de carácter muy general.

El cuarzo, que es el mineral esencial en este tipo de depósitos clásticos, parece proceder de rocas plutónicas y metamórficas, como lo demuestra la presencia de inclusiones flúidas y regulares, respectivamente. Los granos de forma subangulosa, no muy bien redondeados, indican depositación en un medio acuático, aunque se observen de cuando en cuando granos bien redondeados que parecen provenir de depósitos eólicos, como por ejemplo, el fragmento redondo, cargado de inclusiones opacas, de la figura 7 A.

Los feldespatos son valiosos indicadores de las condiciones climáticas, pues no resisten mucho tiempo en los medios húmedos. En nuestro caso, la ortoclasa se ha alterado casi siempre en substancia arcillosa, y los fragmentos frescos, que serían modernos, son muy poco abundantes. En cambio, las plagioclasas se encuentran siempre muy frescas, sin señales de alteración, por lo que se podría suponer que su incorporación a estos depósitos es muy reciente. Con todo, no puede haber mayor seguridad en este aserto, y el autor norteamericano Martens ha demostrado que, en algunos casos en que ha habido transporte fluvial y marino de más de 700 kilómetros, en clima húmedo y caluroso, los feldespatos siguen perfectamente frescos y su destrucción es mecánica mas bien que química. Desde luego, el origen de la ortosa y de las plagioclasas debe buscarse en rocas magmáticas o metamórficas feldespáticas.

El hipersteno es un mineral que no resiste ni largos trans-

portes ni la alteración meteórica, por lo que su presencia en las arenas indicaría un origen reciente. Se lo encuentra principalmente en andesitas básicas, muy comunes en la Argentina, y en noritas, pero como se lo ha hallado con frecuencia en cenizas volcánicas, y con los mismos caracteres, resulta lógico suponer que buena parte de él puede provenir de sedimentos piroclásticos. Su presencia en las cenizas caídas en el año de 1932 tiende a confirmar esta suposición.

El mejor redondeamiento de la augita parecería indicar que ha sufrido un mayor transporte, pero como es un mineral que también se altera con el tiempo, su presencia señala proximidad con la roca madre o bien origen reciente en el depósito. Como no hay rocas augíticas cercanas, es probable que gran parte de este mineral provenga de cenizas volcánicas, donde también se lo halla con relativa frecuencia.

De los demás componentes mineralógicos de las arenas, algunos parecen provenir de rocas metamórficas, como por ejemplo los granates, en tanto que otros pueden proceder de rocas ígneas o metamórficas (magnetita, ilmenita, turmalinas, epidoto, etc.).

#### CLASIFICACIÓN GENÉTICA DE LAS ARENAS

El estudio por medio de la lupa binocular y el microscopio polarizante permite en muchos casos determinar la historia de las arenas y su origen, pero sólo cuando se trata de conjuntos típicos, ya que numerosos factores hacen que se hallen granos de cierto tipo en depósitos que no les corresponden, necesitando extrema cautela para interpretar las diversas asociaciones de minerales. Aún así, ciertos problemas sólo pueden ser resueltos por medio de la observación en el terreno.

En este trabajo, el autor ha seguido la clasificación genética propuesta por Sherzer, quien divide las arenas en los siete tipos fundamentales que se dan a continuación, que no requieren mayores explicaciones porque se basan en los agentes formadores y resultan claros e inteligibles aun para el lego:

arena glacial  
arena volcánica  
arena residual  
arena acuática  
arena eólica  
arena orgánica  
arena de concentración

En el caso en que intervengan dos o más agentes en la formación del depósito se obtienen los diversos subtipos, que se designan con un nombre compuesto, en el que la segunda palabra indica la forma típica, y la primera el agente que ha comenzado a modificar ese tipo. Así, arena acuo-volcánica significa un depósito de origen piroclástico que ha comenzado a ser modificado por la acción de las aguas.

Con respecto a las arenas de Mar de Ajó, es evidente que son del tipo acuático, y, según el criterio de Sorby, la similitud en el tamaño de los granos indicaría que ha habido depositación de los minerales, por alguna corriente, en el fondo de aguas bajas. Las formas de los granos, que fueran descritas en la parte estructural y en la mineralógica, muestran la evidente acción redondeante del agua, pero también señalan que esa acción no ha sido muy prolongada. Desgraciadamente, el estudio de los granos no permite distinguir, dentro del tipo acuático, las arenas fluviales de las marinas, por lo que, en nuestro caso, resulta imposible determinar qué aporte ha llevado el Río de la Plata.

Por otra parte, los bancos de “conchilla” que se encuentran en distintos puntos de la playa pertenecen al subtipo acuo-orgánico, ya que las conchas de moluscos han sido rotas y convertidas en arena por la acción del oleaje (aunque es probable que la actividad de los cangrejos haya iniciado el proceso de trituración).

Las arenas de médano tienen los mismos caracteres que las de playa, pues la acción del viento no ha sido lo suficiente larga o intensa como para imprimir su sello inconfundible en los granos, que nunca aparecen esmerilados o picados por la ac-

ción eólica. A pesar de esto, la observación del depósito en el terreno permite clasificarlas como arenas eolo-acuáticas.

#### POSIBLE UTILIZACIÓN DE LAS ARENAS

Mediante los resultados de los distintos análisis que se han detallado en las páginas precedentes, se llega a la conclusión de que las arenas estudiadas no llegan a satisfacer las especificaciones necesarias para los usos industriales comunes. A pesar de ello, se señalan a continuación las posibles aplicaciones del material analizado, teniendo presente que la zona es de rápido desarrollo como lugar de veraneo, y que la presencia de materiales de construcción facilitaría en sumo grado el crecimiento de la región.

Tanto las arenas de playa como las de médano son de grano demasiado fino para utilizarlas en construcciones. En efecto, no obstante que no hay especificaciones precisas para este material de construcción, se sabe que las arenas finas dan morteros de calidad inferior, lo que sería agravado por el hecho de que en nuestro caso las muestras no son esencialmente cuarzosas. Con todo, se podrían efectuar ensayos con miras a su posible utilización en enlucidos.

En cuanto a las arenas conchíferas, pueden tener, y tienen, aplicación inmediata. Los análisis de la muestra N<sup>o</sup> 12 (conchilla) demuestran que se trata de una arena calcárea de grano grueso a muy grueso, constituida por un 65 por ciento de fragmentos de conchas, y el resto por los minerales comunes en las otras muestras. Esta arena podría utilizarse en la fabricación de ladrillos, y así se hace en la zona de estudio, donde se elaboran ladrillos huecos ("bloques"), que se emplean con buenos resultados en la casi totalidad de las construcciones locales. Ensayos completos para verificar su resistencia a la tensión y compresión permitirían determinar exactamente su importancia como material de construcción. Cabe consignar que, en la zona de estudio, los resultados obtenidos hasta el presente con esta "conchilla" son altamente halagüeños y alentadores, y que varias empresas locales tienen a su cargo la fabricación de los bloques.

Fuera de esto, la composición mineralógica de las arenas, que son poco silíceas, impide que puedan ser utilizadas para los siguientes fines: fabricación de vidrios, moldes de fundición, jabones, sábanas de asfalto, etc., pues en todos estos casos se exigen arenas con un alto contenido en cuarzo.

Las arenas estudiadas tienen la ventaja de estar perfectamente seleccionadas en tamaño (entre los tamices 60 y 115), por lo que se las debe de tener presentes para el caso de que se lleguen a necesitar arenas de grano uniforme, en que no interese la composición mineralógica y, por ende, la química.

Como arenas metalíferas no tienen mayor utilización, ya que el porcentaje de magnetita es demasiado bajo para poder ser explotadas económicamente, y la presencia de titanio (como ilmenita o en la magnetita) dificultaría aún más la extracción del hierro. En ninguna parte de la zona estudiada se han visto arenas que reúnan las características de concentrados naturales (“arenas negras”), que son las que se emplean generalmente como metalíferas.

#### RESUMEN

Las arenas de la zona de Mar de Ajó se caracterizan por estar relativamente bien seleccionadas en tamaño, y de acuerdo con las dimensiones de sus granos se las puede clasificar como arenas finas, con tendencia a medianas. No son muy silíceas, y tienen una relativa abundancia de feldespatos y carbonatos de calcio, junto con un menor porcentaje de minerales pesados comunes, entre los que predominan magnetita, hipersteno y augita. Según la clasificación genética de Sherzer, pertenecen al tipo acuático las arenas de playa, y al eolo-acuático las de médano; por los caracteres de sus componentes mineralógicos estas arenas parecen ser de origen reciente. Sus posibilidades económicas son actualmente muy reducidas.

La Plata, noviembre 14 de 1949.

OBRAS CITADAS EN EL TEXTO

- BOSWELL, P. G., 1923. "Notes on petrographic methods", *Geol. Mag.*, LX.
- HATCH, F. H. and RASTALL, R. H., 1923. "The petrology of the sedimentary rocks". New York.
- HOLMES, A., 1930. "Petrographic methods and calculations". London.
- KRUMBEIN, W. C. and PETTIJOHN, F. J., 1938. "Manual of sedimentary petrography". New York.
- MAC CARTHY, G. R., 1931. "Coastal sands of the eastern United States", *Am. Jour. Scie.*, XXXII.
- MACKIE, W., 1898. "Felspars in sedimentary rocks as indicators of climate", *Trans. Edin. Geol. Soc.*, IX.
- MARTENS, J. H., 1931. "Persistence of felspars in beach sands", *Am. Min.*, XVI.
- 1935. "Beach sands between Charleston, South Carolina, and Miami, Florida", *Bull. Geol. Soc. Am.*, XLVI, n° 10.
- MILNER, H. B., 1922. "An introduction to sedimentary petrography". London.
- 1926. "Supplement to an introduction to sedimentary petrography". London.
- MILLER, R., 1945. "The heavy minerals of Florida beach and dune sands", *Am. Min.*, XXX, n° 1-2.
- MUHLMANN, M., 1943. "Estudio de las arenas de la República Argentina". Tesis inédita. Instituto del Museo, La Plata.
- PETTIJOHN, F. J., 1941. "Shape and roundness of Lake Erie beach sands", *Geol. Soc. Am. Bull.*, LII, n° 12.
- REED, R. D., 1924. "Some methods for heavy mineral investigations", *Econ. Geol.*, XIX.
- 1930. "Recent sands of California", *Jour. Geol.*, XXXVIII.
- RITTENHOUSE, G., 1944. "Sources of modern sands in the middle Rio Grande Valley, New Mexico", *Journ. Geol.*, LII, n° 3.
- ROSS, C. S., 1926. "Methods of preparing sedimentary material for study", *Econ. Geol.*, XXI.
- SHERZER, W. H., 1918. "Criteria for the recognition of the various types of sand grains", *Bull. Geol. Soc. Am.*, XXI.
- SORBY, H. C., 1908. "On the application of quantitative methods to the study of the structure and history of rocks", *Quart. Jour. Geol. Soc. of London*, LXIV.
- TWENHOFEL, W. H., and others, 1926. "A treatise on sedimentation". New York.

La Plata, noviembre 14 de 1949.