

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO



# OBRA DEL CENTENARIO DEL MUSEO DE LA PLATA

TOMO IV - GEOLOGIA  
LA PLATA 1977

## EL USO DE MEDIDAS ESTADÍSTICAS TEXTURALES EN EL ESTUDIO AMBIENTAL DE ARENAS

MARIO M. MAZZONI \*

### RESUMEN

Se analizan los contenidos de arena, grava y pelita, histogramas, curvas acumulativas, coeficientes estadísticos y gráficos de dispersión de arenas eólicas continentales, de playa y fluviales de nuestro país.

Se ha logrado establecer un cúmulo de diferencias substanciales entre los tres grupos de arenas en la distinción ambiental. Es así que las de playa quedan caracterizadas por carencia de material pélico y segmentos de suspensión, moda mayor a 65 %, suma de la moda más la admixtura más abundante mayor al 81 %, desarrollo de dos subpoblaciones de saltación, alto grado de selección, desviación cúbica media cercana a 0,0, y una ubicación bastante localizada en numerosos gráficos de dispersión, tales como los de medidas de tendencia central/medidas de dispersión, segundo momento/tercer momento, segundo momento/tercer momento, segundo momento/desviación cúbica media, y percentil 1/porcentaje de material menor a 62 micrones.

Las eólicas continentales exhiben un comportamiento más variado, y se caracterizan por: ausencia de material pélico, histogramas siempre unimodales, moda en grados arena fina o muy fina, mayoría de muestras con la última columna de finos en grados menores a arena muy fina, límite grueso de los histogramas no mayor a 0,0  $\phi$ , buena selección de los tres segmentos acumulativos, medidas de tendencia central más finas a 1,45  $\phi$ , distribuciones simétricas o positivas, y percentiles 1 más finos a 0,5  $\phi$ . Ocupan una posición bastante particular en los gráficos medidas de tendencia central/medidas de dispersión, primer momento/cuarto momento, primer momento/desviación cúbica media, segundo momento/desviación cúbica media, percentil 1/porcentaje menor a 62 micrones.

Las eólicas continentales exhiben un comportamiento más variado, y se caracterizan por: ausencia de material pélico, histogramas siempre unimodales, moda en grados arena fina o muy fina, mayoría de muestras con la última columna de finos en grados menores a arena muy fina, límite grueso de los histogramas no mayor a 0,0  $\phi$ , buena selección de los tres segmentos acumulativos, medidas de tendencia central más finas a 1,45  $\phi$ , distribuciones simétricas o positivas, y percentiles 1 más finos a 0,5  $\phi$ . Ocupan una posición bastante particular en los gráficos medidas de tendencia central/medidas de dispersión, primer momento/cuarto momento, primer momento/desviación cúbica media, segundo momento/desviación cúbica media, percentil 1/porcentaje menor a 62 micrones.

---

\* IMPSEG. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. Carrera del Investigador del CONICET.

El grupo fluvial es el más difícil de enmarcar por la presencia de mayor número de variables que pueden afectar su distribución granulométrica. Los rasgos más significativos para este grupo son: presencia frecuente de fracciones pelíticas y psefiticas e histogramas bimodales, ubicación de la moda en cualquier grado arenoso, porcentaje modal entre 33 y 68 %, presencia permanente de segmentos de reptación, baja selección de las poblaciones de suspensión y de saltación, presencia de subpoblaciones de reptación, grado de selección moderado, altos valores de medidas de dispersión, valores altos de curtosis, y los valores más gruesos de percentil 1 de los tres grupos. Su campo de distribución queda mejor delineado en los gráficos de dispersión asimetría/desviación standard, segundo momento/tercer momento, segundo momento/cuarto momento, primer momento desviación cúbica media, percentil 1/segundo momento, y percentil 1/porciento menor a 62 micrones.

Se estima que ninguno de los caracteres texturales por sí solo, ni aún la combinación de dos (diagramas de dispersión) es seguro en la identificación de cualquiera de los ambientes aquí tratados. En este sentido se demuestra que existe un número de variables aún no suficientemente ponderadas, tal el caso de la composición mineral, cuya influencia en las distribuciones de tamaño fluviales se deja evidenciada.

#### ABSTRACT

Gravel, sand and pelite content, cumulative graphics, statistical coefficients and scatter diagrams pertaining to continental eolic, beach and fluvial sands from different regions of Argentine are analyzed.

A substancial number of differences have been gathered for the three groups of sands. In this way, beach samples are characterized by absence of pelitic fractions and suspension segments, modes larger than 65 %, addition of mode to proximal admixture greater than 81%, presence of two saltation populations, high sorting, mean cubed deviation near to 0.0, and a localized position in many scatter diagrams such as central tendency measures/dispersion measures, second moment/third moment, second moment/mean cubed deviation, 1 percentile/percent finer than 62 microns.

Continental eolic sands exhibit a wider range of values. They are characterized by psephitic material absence, unimodal histograms, mode placed in fine and very fine sand, majority of samples with the last column of fines in grades finer than 62 microns, coarse limit of histograms smaller to 0.0  $\phi$ , high sorting in the three cumulative segments, central tendency values finer than 1.45  $\phi$ , symmetric or positive distributions, and percentiles 1 smaller than 0.5  $\phi$ . These sands occupy a particular position in the measures of central tendency/dispersion measures, first moment/fourth moment, first moment/mean cubed deviation, second moment/mean cubed deviation, 1 percentile/percent finer than 62 microns scatter diagrams.

The fluvial sands are the most difficult to identify on account of the great number of variables that can affect its granulometric distribution. Most significative features for this group are: frequent presence of psephitic and pelitic fractions and bimodal histograms, mode placed in any sandy grade modal percentage ranging from 33 to 68%, permanent presence of bed load creep subpopulations, moderate sorting, high dispersion and curtosis values, and the highest values for percentile 1. Distribution of fluvial sands in scatter diagrams is best defined in assymetry/standard deviation, second moment/third moment, second moment/fourth, moment, first moment/mean cubed deviation, 1 percentile/second moment, 1 percentile/percent finer than 62 microns.

Through this study, it is concluded that none of the textural characters analyzed by itself, not even the combination of two (scatter diagrams), is a

sure indicator of depositional environment. Alongside with this conclusion, it is inferred that there are a number of variables not sufficiently evaluated, such as mineralogic composition, that influence fluvial granulometric distributions.

### INTRODUCCION

La presente contribución es un resumen del trabajo de tesis que con el mismo nombre presentara el autor en la Facultad de Ciencias Naturales para optar al título máximo (Mazzoni, 1973).

En esta contribución se intenta evaluar en psamitas actuales argentinas las técnicas texturales granulométricas más modernas aplicadas al estudio genético de sedimentos arenosos, a través de una prolija revisión de la metodología a aplicar.

La hipótesis de trabajo es la de que cada agente de transporte deposita, según sus condiciones físicas y dinámicas, sedimentos que reflejan en sus distribuciones granulométricas los rasgos intrínsecos de cada uno de ellos. Puesto que estos agentes son predominantes o característicos en determinados ambientes sedimentarios, el objetivo propuesto es la identificación ambiental mediante un camino inductivo.

Esta contribución tratar de hallar diferencias entre sedimentos arenosos actuales, que en base al principio del Actualismo pueden ser utilizados diagnósticamente en paleosedimentos. Con este motivo se analizan entonces sedimentos de playa, fluviales y eólicos continentales, los que se tratan de caracterizar y cotejar en función de sus características granulométricas. Estos depósitos han sido escogidos deliberadamente a causa de que constituyen las acumulaciones arenosas más frecuentes en la actualidad y seguramente del pasado.

Por otra parte, el déficit de información acerca de la granulometría de ciertos sedimentos actuales argentinos, en particular eólicos y fluviales, sumado al objetivo anteriormente expuesto —reconocimiento de paleoambientes, aspiración final del análisis sedimentológico— configuraron un vasto e importante campo de investigación que hemos cubierto en parte con este aporte.

### AGRADECIMIENTO

El autor desea manifestar su reconocimiento a los Dres. Luis A. Spalletti y Renato R. Andreis por su colaboración en las tareas de laboratorio, consulta y discusión de numerosos aspectos de este trabajo. Su especial agradecimiento al Dr. Mario R. Teruggi, quien con su permanente asistencia guió el desarrollo de la investigación, y tuvo además a su cargo la corrección de los manuscritos.

### MUESTREO

Consistió en la recolección de aproximadamente un kilogramo de material, que fue tomado mediante un recipiente metálico de 1000 cc. de capacidad, de tal manera que en lo posible la muestra correspondiera al concepto de unidad de sedimentación. El material, así recolectado, fue colocado en bolsas de plástico para su transporte a laboratorio.

#### A. Muestras fluviales.

Se tomaron de la parte central de los cauces, o de las márgenes cuando no era posible, siempre por debajo de la superficie del agua, a los efectos de que la muestra no estuviese contaminada por otros agentes. Unos pocos ríos de carácter estacional o efímero (Desio, 1949) se encontraron secos, por lo que se adoptó el criterio de obtener el material de la parte del lecho que mostrara evidencias de haber sido recorrida por la última corriente.

En la tabla I se enumeran los ríos muestreados, haciéndose notar el clima de la región aguas arriba del lugar de muestreo (Chiozza et al., 1958), el sector de donde se extrajo el sedimento, y la referencia en la permanencia del agua sobre el álveo.

Cabe advertir que en muchos casos el muestreo fue dirigido hacia la parte psamítica de los álveos, ya que se muestrearon preferentemente ríos de regiones serranas, con gradientes marcados, donde era frecuente la presencia de abundantes clastos psefiticos. En total se tomaron 33 muestras que corresponden a 21 ríos del país.

#### B. Muestras de depósitos eólicos continentales.

La mayor parte de las 41 muestras tomadas, provienen principalmente de ambientes de playa en bolsones del noroeste del país, y de la provincia de Chubut (tabla II). La recolección se realizó en el sector de sotavento de las acumulaciones arenosas —a excepción de la muestra 10 que corresponde a barlovento.

Debemos consignar que algunas de las muestras presentan un cierto grado de coherencia, probablemente debido a infiltración pelítica parasigénica. Esta particularidad, nos ha llevado a la formación de dos grupos de muestras que se detallan en la tabla II, en base a su comportamiento físico: coherentes (tipo de depósito "B") y vivas, donde cualquier perturbación que haga exceder el ángulo de reposo normal provoca deslizamiento del material (tipo de depósito "A").

#### C. Muestras de playa.

Desde el punto de vista regional, constituyen el grupo más localizado. En efecto, las 32 muestras fueron tomadas en forma equidistante a lo largo de 16 km. de costa marina en las inmediaciones del balneario de Santa Teresita, partido de Gral. Conesa, provincia de Buenos Aires. Se consideró innecesario un mayor número y dispersión de muestras debido a los importantes antecedentes para este tipo de depósitos en el país (Teruggi, 1949, 1959, 1964; Limousin, 1956 y Mauriño, 1956). Además la uniformidad granulométrica evidenciada por estos trabajos, semejante a otras de distintas latitudes, influyó en que no extendiéramos el muestreo a otras playas arenosas del país.

### COMPOSICION MINERALOGICA

Debemos destacar la naturaleza expeditiva de esta tarea, ya que su objetivo primordial no fue el reconocimiento mineral en sí mismo, sino el agrupamiento de las muestras en conjuntos petrográficos que permitieran posteriormente la mejor comprensión de las variables texturales. El análisis mineralógico de las arenas de playa y de médano fue realizado con microscopio binocular sobre la fracción 88-125 micrones.

Los componentes de las arenas de playa son los mismos que los que describiera Teruggi (1959) para ese sector del litoral bonaerense, y exhiben gran homogeneidad composicional en las 32 muestras revisadas. En la tabla III, se detalla la composición de una de las muestras, que por lo general son arenas arcósicas (plagioclásicas, Williams et al, 1954). Debemos advertir además con respecto a este grupo, que presentan un contenido medio de 6,0 % de carbonato de calcio —calculado por eliminación con ácido clorhídrico— que corresponde a fragmentos de valvas; los valores extremos son de 3,0 y 12,3 %.

La composición de los sedimentos eólicos es de carácter heterogéneo (tabla III). Debemos aclarar, que en los casos de contar con más de una muestra para una zona arealmente poco extendida, se efectuó un solo análisis, considerando que las restantes poseían composición semejante (tabla II). En este

grupo es común la presencia de abundantes vitroclastos, que complican las clasificaciones. Hemos adoptado el criterio de clasificar la arena en base a Teruggi y Rosetto (1963), cuando los vitroclastos exceden el 10 % de los granos; en el resto de los casos la clasificación se ha basado en Williams et al (op. cit.).

En cuanto a los grupos composicionales hallados para las muestras eólicas, son los siguientes:

Muestras arcólicas: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13; 13-A; 14; 15; 16; 17-A, 17-B, 172, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 11-P.

Muestras líticas: 50, 54, 55.

Arenas volcánicas: 1, 18, MLS, MLI, 51, 52, 58.

Arenas tobáceas: 26-1, MVB, 56, 57.

TABLA I  
MUESTRAS FLUVIALES

RIO	MUESTRA/S	PCIA.	CLIMA	REGIMEN	LUGAR
Ventana	B1, B2	Córdoba	Templ. serr.	perm.	cauce
Jaime	C1	"	" "	"	"
Chorrillos	D1	"	" "	"	margen
San Antonio	SA3 y SA9	"	" "	"	"
Salí	E1, E2	Tucumán	Trop. serr.	estac. 1	barra
Cortaderas	H	"	" "	" 2	cauce
Tala	I	"	" "	" 1	margen
Rosario	J	Salta	" "	" 1	"
Guachipas	25-7	"	" "	" 1	"
Lules	0	Tucumán	" "	" 1	cauce
Angostura	25-8	"	" "	" 1	"
Yacoraite	Ñ	Jujuy	Ar. sas. y bols.	efim. 1	"
Lozano	25-4	"	Trop. serr.	estca. 1	"
Grande	N2A, N2B, N3, N4, N6, N7, N8, N9, N10, N12, N13		Ar. sas. y bols.	efim. * 1	"
Ongoli	P	Catam.	" " " "	" 2	"
Paganzo	R	La Rioja	" " " "	" 2	"
Bermejo	S	" "	" " " "	" 1	"
Palla	T1	" "	" " " "	" 2	"
Luján	Sui	Bs. Aires	Templ. pamp.	perm.	"
Chubut	26-3	Chubut	Arido patag.	"	"
Minero	26-4	Neuquén	(1)	"	"

Régimen 1 ó 2: para cursos irregulares; 1: en momento de creciente; 2: de cauces secos.

\* : las muestras N2A, N2B, N3 y N4, corresponden a clima tropical serrano y régimen estacional (1).

(1): clima frío húmedo de las cordilleras patagónicas y fueguina.

Por su parte, la composición de las muestras fluviales, fue estudiada en la mayoría de los casos sobre fracciones mayores a 500 micrones, con la finalidad de determinar especialmente la naturaleza de las rocas madre del sedimento. Su clasificación estuvo basada también en Williams et al (op. cit.). Al respecto hemos notado que tal como fuera sugerido por Chen (1968), los litoclastos se han incluido en el extremo inferior derecho del esquema. Esta ligera modificación tiende a remarcar la influencia de las rocas madre en la composición (tabla IV).

Debemos señalar, que nos ha resultado de gran utilidad a los fines del presente trabajo, la confección de tres grupos composicionales fluviales. Estos grupos son las arenas arcóscas —donde predominan fragmentos de procedencia granítica—, las líticas sedimentarias (líticas y líticas subfeldespáticas con predominancia de litoclastos sedimentarios), y las líticas metamórficas (líticas y líticas subfeldespáticas con predominancia de líticos metamórficos). Se ha verificado la existencia de una única muestra con predominancia de líticos volcánicos. Las muestras que constituyen los citados grupos son las siguientes:

arenas arcóscas: C1, B1, B2, 25-8, D1, SA-9, SA-3, R.

arenas líticas sedimentarias: J, 25-4, N, N2-A, N2-B, N3, N4, N6, N7, N8, N9, N10, N12, N13, S, T1.

arenas líticas metamórficas: E1, E2, H, I, O, P, Sui, 26-3.

arenas líticas volcánicas: 26-4.

TABLA II  
MUESTRAS EOLICAS

MUESTRA/S	PCIA.	LOCALIDAD	T.d.
1	Jujuy	Uquiá, Qa. de Humahuaca	A
2	"	Confl. Grande-Yacoraite, Qa. de Humahuaca	B
3, 4, 5	La Rioja	Villa Mazán	B
6	" "	Paso del Molle	B
7, 8	" "	Co. Agua de los Burros (Gral. Lavalle)	B
9, 10, 11	" "	Ea. La Maravilla, dpto. Gral. Lavalle	A
12, 13a, 13b, 14, 15, 16, 17a, 17b, 17c	" "	Bolsón de Guandacol	A
18	Salta	Cafayate	B
19, 20	"	Bolsón de Talampaya	B
21	"	Villa Unión	B
22	"	Puesto Vallecitos, dpto. Gral Lavalle	B
23, 24, 25	"	Bolsón Paimán-Chilecito	B
50	Bs. Aires	Médanos	A
51, 52	Chubut	Valle de los Mártires	A
54	"	Cerro Cóndor	A
55	"	Lefipán	A
56, 57	"	Paso del Sapo	A
58	"	Gualjaina	A
26-1	"	Paso de Indios	A
MLS, MLI	Bs. Aires	Mari Lauquen	A
11-P	Chubut	Ea. La Máquina, Puerto Visser	B
MVB	Catam.	Belén	B

T. d.: tipo de depósito. A: coherente; B: "vivo".

TABLA III  
COMPOSICION MINERALOGICA DE ARENAS DE PLAYA Y EOLICAS

Muestra	Qz	Pl	Fk	Vi	Lt	Op	Hp	Hn	Au	Gr	Bt	Mu	Lp	Clasificación
-*ST7	21	29	5	1	42	1	3	2	2	—	—	—	—	Ar. V (a)
1	55	18	5	10	12	—	5	3	1	—	—	—	—	A. V (b)
2	43	25	7	—	25	—	6	3	—	—	1	—	—	Ar. A (a)
5	40	20	28	2	10	—	5	5	—	—	1	—	—	" "
6	35	15	35	2	13	—	1	1	—	—	1*	—	—	" "
7	35	12	38	—	15	—	2	—	—	1	2	—	—	" "
#11P	35	30	25	2	8	—	5	4	1	—	7	—	—	" "
10	40	14	26	—	20	X	6	1	1	1	—	1	—	" "
16	40	12	28	2	10	8	5	1	1	4	6	3	—	" "
18	41	19	15	15	10	—	7	2	—	—	6	3	—	A. V (b)
20	41	12	23	—	18	6	10	3	—	3	—	—	—	Ar. A (a)
21	35	18	32	—	15	—	5	1	1	2	5	—	—	" "
22	50	12	25	2	11	—	5	2	—	—	2	—	—	" "
23	45	15	20	—	20	—	10	—	—	—	7	1	—	" "
#MLS	26	31	4	10	30	—	4	3	1	—	—	—	—	A. V. (b)
26-1	15	20	5	20	35	5	10	1	5	—	3	—	—	" T "
MVB	10	20	5	40	25	—	8	8	—	—	3*	—	—	" "
#50	10	15	7	8	50	—	4	1	1	—	—	—	—	Ar. V (a)
51	15	10	5	10	60	—	10	1	5	—	3*	—	—	A. V (b)
#54	22	18	6	—	54	—	10	2	1	—	—	—	—	Ar. V (a)
55	45	10	12	—	33	—	4	3	—	—	—	1	—	Ar. L (a)
57	34	12	5	38	12	1	4	1	1	—	2	—	—	A. T. (b)
58	19	23	4	19	35	—	3	2	2	—	1*	—	—	A. V (b)

*Referencias:* Mtra: muestra; Pl: plagioclasa; Fk: feldspatos potásicos; Vi: vitroclastos; Lt: litoclastos; Cb: carbonatos; Op: opacos; Hp: hipersteno; Hn: hornblenda; Au: augita; Gr: granate; Bt: biotita, (\*): biotita y clorita; Mu: muscovita; Qz: cuarzo; Lp: lamprobolita. — Los valores correspondientes a los minerales pesados señalan la abundancia relativa de unos con respecto a otros, habiéndose asignado la unidad (1) al menos común. El signo # señala muestras con abundante contenido de pesados; \*: muestra de playa. — En clasificación (clasif.): A y Ar: arena; V: volcánica; A: arcósica; T: tobáceca; L: lítica; (a): Williams (1954); (b): Teruggi y Rosetto, 1963.



TABLA IV  
COMPOSICION MINERALOGICA DE ARENAS FLUVIALES

Muestra	Fracc.	L. S.	Qz. R.	Qz. A.	Feld	L. P.	L. M.	L. V.	Clasific.
B1	2	—	—	40	48	8	3	—	A. Arcós.
B2	2	—	—	33	37	30	—	—	" "
C1	2	—	—	62	20	18	—	—	" "
D1	2	—	—	41	31	22	6	—	" "
R	1-2	19	—	45	14	22	—	—	" "
SA3	2	—	—	47	36	17	—	—	" "
SA9	2	—	—	37	50	13	—	—	" "
25-8	2-4	—	—	30	27	43	—	—	" "
E1	2	—	—	63	7	2	28	—	" Lit. Sbf.
E2	2	—	—	65	10	1	24	—	" " "
H	1-2	19	—	70	3	2	5	—	" " "
I	1-3	—	37	34	12	1	16	—	" " "
O	4	—	—	48	2	—	50	—	" Lítica
P	2	3	—	31	17	—	49	—	" "
Sui	2-5	19	—	30	11	9	31	—	" "
26-3	4	20	44	—	15	4	6	11	" "
J	5	77	5	2	3	6	7	—	" "
25-4	1-3	98	—	2	—	—	—	—	" "
Ñ	1-2	58	—	22	—	16	5	—	" Lit. Sbf.
N2-A	4	92	—	8	—	—	—	—	" Lítica
N3	4	80	—	10	—	—	10	—	" "
N4	4	50	3	17	7	—	23	—	" "
N6	4	30	30	20	—	—	20	—	" "
N7	4	61	6	—	4	—	29	—	" "
N8	4	30	20	35	5	—	8	—	" "
N9	4	54	—	22	4	—	20	—	" "
N10	4	45	29	10	—	—	15	—	" "
N12	2-4	80	12	—	3	3	2	—	" "
N13	3	73	5	14	3	—	5	—	" "
S	2	20	—	58	9	3	10	—	" Lit. Sbf.
T1	2	85	—	13	2	—	—	—	" Lítica
26-4	1-3	—	—	34	5	18	2	41	" "

*Referencias:* Fracc.: fracciones estudiadas; L.S.: litoclastos de rocas sedimentarias; Qz. R.: cuarzo redondeado; Qz. A: cuarzo anguloso; feld.: feldespatos; L. P.: litoclastos de rocas plutónicas; L. M.: ídem metamórficas; L. V.: ídem volcánicas; Clasific.: clasificación de Williams (1954); Lit.: lítica; Sbf.: subfeldespática. Fracción 1: mayor a 1410; 2: 1000; 3: 710; 4: 500; 5: 500 micrones.

TABLA V  
CONTENIDO DE GRAVA, ARENA Y PELITA. MUESTRAS EOLICAS

MUESTRA	GRAVA	ARENA	PELITA	LIMO	ARCILLA
3	0,19	92,12	7,69	6,04	1,65
4	—	96,03	3,07	X	X
5	—	98,53	1,47	X	X
6	—	96,82	3,18	X	X
7	—	97,42	2,57	X	X
8	—	73,95	26,04	21,93	4,11
9	—	97,55	2,44	X	X
10	—	97,35	2,66	X	X
11	—	99,53	0,47	X	X
12	—	97,95	2,05	X	X
13	0,09	93,34	6,56	6,06	0,50
13a	—	80,43	19,56	17,01	2,55
14	—	98,82	1,18	X	X
15	—	95,57	4,43	X	X
16	—	99,42	0,58	X	X
17a	—	99,23	0,76	X	X
17b	—	96,91	3,09	X	X
17-2	—	98,50	1,50	X	X
19	—	99,18	0,82	X	X
20	—	98,14	1,85	X	X
21	—	91,31	8,70	6,44	2,26
22	—	97,56	2,44	X	X
23	—	86,72	13,28	10,61	2,67
24	—	92,91	7,09	5,35	1,74
25	—	90,50	9,50	7,56	1,94
2	—	93,04	6,96	5,13	1,82
11-P	—	82,74	17,26	15,42	1,84
50	—	98,73	1,27	X	X
54	—	99,96	0,04	X	X
55	—	99,79	0,20	X	X
1	—	97,92	2,07	X	X
18	—	97,61	2,39	X	X
MLS	—	99,57	0,43	X	X
MLI	—	99,43	0,56	X	X
51	—	95,85	4,13	X	X
52	—	97,81	2,19	X	X
58	—	99,60	0,40	X	X
26-1	—	88,50	11,45	9,42	2,03
MVB	—	80,60	19,41	11,61	7,80
56	—	98,68	1,31	X	X
57	—	99,26	0,73	X	X

X: No se han medido.

TABLA VI

## CONTENIDO DE GRAVA, ARENA Y PELITA. MUESTRAS FLUVIALES

MUESTRA	GRAVA	ARENA	PELITA	LIMO	ARCILLA
B1	1,77	98,20	0,04	X	X
B2	1,08	98,70	0,25	X	X
C1	0,30	99,60	0,05	X	X
D1	0,35	99,35	0,29	X	X
R	4,27	93,32	3,40	X	X
SA3	0,68	99,30	0,02	X	X
SA9	1,50	98,46	0,04	X	X
25-8	0,50	98,00	1,50	X	X
J	—	50,11	49,89	46,80	3,09
25-4	2,90	75,50	21,61	18,04	3,58
Ñ	1,45	87,40	11,13	8,20	2,93
N2-A	—	86,89	13,10	10,93	2,17
N2-B	—	77,38	22,63	19,83	2,80
N3	1,71	10,62	37,66	33,02	4,64
N4	—	88,63	11,39	9,60	1,79
N6	—	78,27	21,72	20,26	1,46
N7	—	61,47	38,53	36,41	2,12
N8	—	0,46	92,36	7,17	4,15
N9	0,10	78,80	21,14	18,04	3,10
N10	0,10	87,60	12,34	8,84	3,50
N12	2,07	83,40	14,51	11,91	2,60
N13	0,06	96,84	3,10	X	X
S	0,33	80,34	19,34	16,23	3,11
T1	3,23	88,15	8,62	5,66	2,96
E1	2,46	95,44	2,10	X	X
E2	2,28	97,15	0,57	X	X
H	1,71	97,22	1,06	X	X
I	0,45	95,36	4,16	2,70	1,46
O	—	95,05	4,94	X	X
P	0,07	97,65	2,27	X	X
Sui	0,50	98,40	1,09	X	X
26-3	—	95,82	4,17	X	X
26-4	3,35	95,40	1,25	X	X

X: No se han medido.

TABLA VII

MUESTRAS EOLICAS Y DE PLAYA

Muestras	Nº	GRAVA			ARENA			PELLITA		
		Medio	Máxi.	Míni.	Medio	Máxi.	Míni.	Medio	Máxi.	Míni.
Arcós.	1	0,001	0,19	0,09	94,07	99,53	73,95	5,88	26,04	0,47
Lít.	4	—	—	—	99,49	99,96	98,73	0,50	1,27	0,04
Ar. V	7	—	—	—	98,25	99,60	95,85	1,75	4,14	0,40
" T	4	—	—	—	91,76	99,26	80,60	8,22	19,41	0,73
Total	41	—	—	—	94,96	99,96	73,95	5,01	26,04	0,04
Playa	32	—	—	—	99,93	99,99	99,60	0,07	0,40	0,01

Referencias: Nº: número de muestras; medio: porcentaje medio; Máxi.: porcentaje máximo; míni.: porcentaje mínimo; arcós.: arcólicas; lít.: líticas; Ar. V: volcánicas (clasificación de Teruggi y Rosetto, 1963); Ar. T: tobáceas; Total: valores medios y extremos de todo el grupo; 1: muestras eólicas.

TABLA VIII  
MUESTRAS FLUVIALES

Muestras	Nº	GRAVA			ARENA			PELITA		
		Medio	Máxi.	Míni.	Medio	Máxi.	Míni.	Medio	Máxi.	Míni.
Arcós.	8	1,31	4,27	0,30	97,99	99,60	92,32	0,70	3,40	0,02
Sedtar.	16	0,78	3,23	0,00	79,58	96,84	50,11	19,6	49,9	3,10
Metam.	8	0,93	2,46	0,00	96,51	98,40	95,05	2,54	4,94	0,57
Volc.	1	3,35	—	—	95,40	—	—	1,25	—	—
Total	33	1,0	4,27	0,00	88,65	99,60	50,11	10,33	49,9	0,02

Referencias: Arcós.: arcósicas; Sedtar.: líticas sedimentarias; Metam.: líticas metamórficas; Volc.: líticas volcánicas.

## ANALISIS GRANULOMETRICO

1. *Material mayor a 62 micrones.* — Completados los pasos convencionales previos al análisis granulométrico, las muestras fueron pasadas por una serie de tamices de malla controlada, ordenados con una separación de medio grado phi durante 15 minutos en un agitador tipo Ro-tap. El material retenido en cada tamiz fue pesado con una exactitud de milésima de gramo.

2. *Material menor a 62 micrones.* — El análisis granulométrico de fracciones de esta granulometría fue encarado mediante el método de pipeteo (Krumbein y Pettijohn, 1938), solamente para aquellas muestras donde el porcentaje de esta fracción excediera el 5 % en peso de la distribución granulométrica total de la muestra. Se utilizó como dispersante oxalato de sodio (N/100), agitándose la muestra durante seis horas con 200 cc. de esta solución en un agitador rotativo eléctrico. Verificada la correcta dispersión, se procedió al pipeteo de acuerdo con la distribución de tiempos para intervalos granulométricos de medio phi. Esta operación se continuó hasta sobrepasar el 95 % en peso acumulativo de la distribución total de la muestra.

### RESULTADOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO

#### *Contenido de grava, arena y pelita.*

En las tablas V, VI y VII, pueden advertirse los contenidos de estas tres fracciones para cada una de las muestras; además en aquellas con más del 5 % de fracción pelítica, se ha detallado la cantidad de limo y arcilla presente.

Debemos agregar con respecto a este punto, que hemos eliminado de este estudio, las muestras fluviales que presentaran más del 5 % de fracción psefítica (mayor a 2000 micrones). Por este motivo, la cantidad de muestras fluviales, que inicialmente fue de 58, quedó reducida a 33.

1. *Muestras de playa.* — Se trata en todos los casos de sedimentos arenosos casi con exclusividad. El máximo de material pelítico hallado es de 0,40 %, y su promedio es de 0,07 % (tabla VII); el mínimo determinado en varios casos indica prácticamente la ausencia de material inferior a los 62 micrones. Debemos hacer notar asimismo la ausencia total de material psefítico.

2. *Muestras eólicas.* — Se nota mayor participación de la fracción pelítica, cuya media llega a ser en este grupo de 5,01 % (tabla VII), pudiendo alcanzar valores dispares como 26,04 % y 0,04 %. El agrupamiento composicional, con poca consistencia de datos en algunos casos, parecen indicar el mayor contenido pelítico en las arenas tobáceas (8,22 %); el más "limpio" es el de las líticas con 0,50 %. Debemos señalar que en solo dos muestras se ha detectado la presencia de algún individuo mayor a los 2 mm.

3. *Muestras fluviales.* — A diferencia de los grupos anteriores, se nota la presencia casi permanente de fracciones psefíticas (tabla VI), cuyo volumen medio llega a 1,02 %, con un máximo de 4,27 % (tabla VII). Recordamos aquí que todas las muestras con más del 5 % de grava fueron excluidas del trabajo. Se advierte asimismo un aumento de volumen medio pelítico, que llega a duplicar en valor promedio el correspondiente a las arenas eólicas. El agrupamiento composicional (tabla VII), demuestra la variabilidad de las fluviales con respecto a este carácter. Es así claramente notorio que el grupo de arenas líticas sedimentarias es el responsable del alto contenido pelítico señalado para las fluviales (19,61 %), ya que las arcósicas (0,70 %) y las líticas metamórficas (2,54 %), poseen valores bajos, inclusive inferiores a la media observada para las eólicas.

### HISTOGRAMAS

Dada la heterogeneidad granulométrica de los sedimentos analizados, las representaciones gráficas han sido efectuadas con un intervalo de 1 Ø. Debemos advertir que todos los histogramas han sido agrupados en tres categorías, de

acuerdo a la relación porcentual entre la moda principal y la columna que le sigue en abundancia; esta última puede ser tanto una admixtura proximal como una moda secundaria. Estos tres tipos son:

- a) con moda principal muy marcada: la moda supera en más del 40 % en peso a la columna que le sigue en abundancia.
- b) con moda principal marcada. la moda supera la admixtura más abundante en 20 a 40 %.
- c) con moda principal poco marcada: la supera en menos del 20 %.

Por otra parte debemos señalar que por haberse concluido los análisis granulométricos en un valor mínimo del 95 % en peso acumulativo de la distribución, el resto de material hasta completar el 100 %, fue agregado como única y última columna. Consecuentemente esa última columna es principalmente expresión del volumen de material más fino que la anteúltima columna, que de la cantidad de material mostrado en ese intervalo.

Por último acotamos que la cantidad de grados que se numeran, como así también los grados granulométricos finos y gruesos de los histogramas de los distintos agrupamientos, corresponden a columnas con más del 1 % de material.

#### *Histogramas de muestras de playa.*

Las características correspondientes a este conjunto de arenas es el siguiente:

- a. Todas las muestras son unimodales. El 96,9% de los histogramas presentan moda muy marcada (31 muestras), la restante (3,1 %) es de tipo marcada.
- b. La moda está ubicada en todos los casos en el grado arena fina (125-250 micrones).
- c. Los valores extremos modales son de 65 y 93 %, el promedio de 82,8 %.
- d. La desviación standard respecto a la media modal es de 4,5 %, lo que indica la persistencia y homogeneidad de los valores modales; el desvío máximo es de 18 % en la muestra 32.
- e. La admixtura proximal fina es más voluminosa que la gruesa en 21 muestras (65,5 %), con porcentos medios respectivos de 10,0 y 6,3. Las admixturas proximales gruesas son más voluminosas en las muestras de números bajos, tendiendo a invertirse esta relación para los altos. Cabe remarcar que las admixturas proximales no superan al 26 % mientras las distales en ninguna muestra presentan más el 1 % de material.
- f. La suma de admixtura más abundante a la moda, en cada una de las muestras constituye más del 90 % en peso del sedimento (a excepción de las muestras 1 y 32, en las que oscila alrededor del 82 %).
- g. Considerando el número de grados presentes, se observa que el 78 % (25 muestras) constan de 3 columnas; el resto, presenta tan sólo dos. Cuando hay 3 columnas son moda y admixturas proximales; si hay dos, son moda y admixtura fina.
- i. El material asignado al grado 4-5  $\phi$ , cuyo máximo es de 0,4 %, está formado por todos aquellos individuos que atraviesan el tamiz de 62 micrones. Cabe señalar que por haberse completado más del 95 % del análisis de todas las muestras en el grado 3-4  $\phi$ , no se analizó la fracción pelítica, que por las características megascópicas de las muestras, y su distribución de frecuencia seguramente carecen de elementos menores a 4,5  $\phi$ .

Debemos destacar que con la finalidad de evaluar la influencia de la fracción carbonática, hemos efectuado un doble análisis de cada una de las mues-

tras —con y sin carbonato de calcio—. A este respecto señalamos que no existe acuerdo con respecto a si deben o no participar del análisis granulométrico destinado a cálculos estadísticos. Es así que algunos autores como Royse (1968) se inclinan por su eliminación, mientras que otros sostienen que deben participar del mismo (Passega, 1957; Shepard y Young, 1961).

La comparación entre ambos grupos de muestras revela coincidencia total en: carácter unimodal de todos los histogramas, predominio casi exclusivo del tipo con moda principal muy marcada, grado granulométrico de ubicación de las modas (arena mediana), máximos y mínimos modales, desvios medios y máximos de la moda, suma de moda más admixtura proximal prominente (límites y promedio), número de columnas, y valores máximos en el grado más fino. Sin embargo, cuando se toma en cuenta la muestra total, y no porcentajes superiores al 1 %, se nota mayor variabilidad, y en general mayor número de grados en las muestras con carbonato. Esas columnas se agregan siempre por el lado de las fracciones gruesas, pero con valores constantemente muy por debajo del 1 %. Estas diferencias, aunque sutiles, indican que la fracción carbonática está principalmente ubicada en los términos gruesos, provocando su eliminación las variaciones aquí comentadas. Cabe señalar asimismo otra evidencia que refirma esta impresión, y es que la media de la admixtura proximal gruesa decae de 8,6 a 6,3% luego del ataque con ácido.

En virtud de las comparaciones anteriormente expuestas, estimamos que la eliminación del detrito carbonático no introduce modificación significativa en nuestros histogramas. Esta particularidad ha sido comprobada también en otros caracteres estadísticos que figuran en capítulos subsiguientes. No obstante, señalamos que los valores numéricos que se mostrarán corresponden a muestras sin carbonato, a los efectos que nuestros resultados puedan ser utilizados comparativamente con todo otro análisis donde la participación carbonática haya sido eliminada.

#### *Histogramas de muestras eólicas.*

a. Todas las muestras presentan como rasgo distintivo la unimodalidad; sólo se han observado pequeñas modas secundarias en las fracciones 8-9  $\phi$  (MVB y 11-P), que por su escaso volumen y posible origen parasingénico hemos desestimado. Además el 7,3 % de las muestras presenta moda principal muy marcada, el 29,2 % moda principal marcada, y el resto, 63,4 %, poco marcada.

b. La moda principal se encuentra preferentemente ubicada en el intervalo arena fina, en el 12,2% en arena mediana, y en un solo caso en arena gruesa.

c. La media modal es de 51,1 %, sus máximos y mínimos de 74 y 31 %, haciéndose notar que este último valor corresponde a la única muestra con moda ubicada en el grado arena gruesa.

d. Cuando la moda está ubicada en el grado arena fina varía entre 40 y 74%, cuando está en arena muy fina entre 40 y 64 %, entre 48 y 64 % en el grado arena mediana. Los promedios respectivos son de 52,5, 48,7 y 54,2 %.

e. La admixtura proximal más abundante presenta el siguiente comportamiento según el tamaño de la moda principal: cuando está entre 125 y 250 micrones la fina es la más común (64% de los casos); el resto de las veces la más voluminosa es la gruesa. Cuando la moda está en arena gruesa y mediana, la fina es la admixtura más abundante; en cambio la gruesa es más abundante cuando la moda es arena muy fina (62-125 micrones).

f. La suma de la moda más la admixtura más abundante constituye normalmente más de dos tercios de la distribución total. Los extremos de esta sumatoria son 58 y 100 %; el promedio de 83,5 %. Cabe recalcar que solamente cuatro muestras tienen porcentajes inferiores a 74.



g. El número y por ciento de columnas que aparecen en los histogramas, detallando que el análisis se realizó hasta completar el 95 % de la distribución de frecuencia en las muestras con más de 5 % de material pelítico, y sin contar aquellas columnas con porcentos inferiores a 1, es la siguiente:

de 4	el 46,6 %	de las muestras
" 5 "	19,4 %	" " "
" 6 "	14,6 %	" " "
de 2, 7, 8 y 9	2,4 %	" " "

h. El límite grueso de las distribuciones está ubicado de la siguiente forma:

en 0 $\emptyset$	en el 56,1 %	de las muestras
" -1 " "	19,5 %	" " "
" -2 " "	9,7 %	" " "

i. La última columna de finos se ubica en el grado 3-4  $\emptyset$  en el 17 % de los casos, en el 56 % en el 4-5  $\emptyset$ , en 5-6  $\emptyset$  en el 12,2 %, en 6-7  $\emptyset$  el 9,7 %, y en 8-9 y 10-11  $\emptyset$  en el 2,4 %.

#### *Histogramas de muestras fluviales.*

a. El 84,8 % de las muestras son unimodales, el 12,1 % bimodales, y el 3,0 % polimodales. En cuanto a la relación de la moda con respecto a la admixtura que le sigue en abundancia, se ha determinado que el 9,1 % tienen moda muy marcada, el 27,3 % moda marcada, y el 63,6 % poco marcada.

b. La media modal de todas las muestras es de 46,1 %, siendo los límites 33 y 68 %.

c. La moda principal se ubica con mayor asiduidad en el grado arena fina (30,3 %), en arena muy fina (18,2 %), y en gruesa (15,1 %).

d. El desvío standard de la moda es de 6,8 %, el mayor desvío es de 23 %.

e. Se presentan como admixturas proximales más abundantes con parecida frecuencia la fina (51,5 %), como la gruesa (48,5 %).

f. La media de ambas admixturas es de 29 %.

g. La media de la moda más la admixtura más abundante es de 74 %, y sus extremos de variación 53 y 93 %.

h. El extremo grueso de las distribuciones presenta el siguiente comportamiento:

en -3 $\emptyset$	el 21,2 %	de las muestras
" -2 " "	30,3	" " "
" -1 " "	12,1	" " "
" 0 " "	9,1	" " "
" 1 " "	24,2	" " "
" 2 " "	3,0	" " "

i. El número de grados que se presentan con porcentos superiores a 1 son:

de 3 columnas	el 3,0 %	de las muestras
" 4 "	12,1	" " "
" 5 "	9,1	" " "
" 6 "	33,3	" " "
" 7 "	12,1	" " "
" 8 "	15,1	" " "
" 9 "	6,1	" " "
" 10 "	8,1	" " "

j. Por su parte la moda secundaria se ubica preferentemente en el grado 2-3  $\emptyset$  (3 muestras) y una en —1—0  $\emptyset$ . Son de escaso volumen y sobresalen levemente sobre las columnas adyacentes.

k. La última columna de finos se distribuye de la forma siguiente:

en el grado	1-2 $\emptyset$	en el	12,1 %	de las	muestras			
" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "
" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "	" "

Debemos destacar que dentro de este grupo fluvial, hemos agrupado las observaciones sobre las características anteriormente enumeradas, en base a los grupos composicionales confeccionadas en el capítulo composición mineralógica. Las diferencias que surgen de la comparación de esos valores, indican:

a. Las arcósicas y líticas metamórficas tienden a ser prácticamente todas unimodales; en cambio el carácter bimodal, de débil manifestación en nuestras muestras, aparece sólo en el grupo de las líticas sedimentarias, con emplazamiento de la moda secundaria en términos granulométricos gruesos. La única polimodal también corresponde a este último grupo. Creemos necesario volver a mencionar, especialmente con respecto al grupo de las líticas sedimentarias y en menor grado a algunas metamórficas, que es probable que de haber continuado el examen granulométrico hasta el 100 % de la distribución, hubieran aparecido otras modas, dada la notoria diferencia en el peso del grado más fino analizado —anteúltima columna— y el volumen que aún quedaba en suspensión.

b. La ubicación más predominante de la moda marca términos más gruesos para las arcósicas —50 % en arena gruesa, 25 % en mediana—; las líticas metamórficas la presentan generalmente en arena mediana y fina —87 % de los casos—. En cambio, en las sedimentarias el 44 % están localizadas en arena fina, y en el 37 % en arena muy fina.

c. En cuanto al tipo de moda principal, se nota débil transición de tipos poco marcados en líticas sedimentarias a más marcados en metamórficas, y más notoria en arcósicas, grupo donde la cantidad de muestras con moda principal muy marcada iguala a las poco marcadas. Debemos hacer notar que este carácter de extremos de variación que muestran en este punto las arcósicas y las líticas sedimentarias, con comportamiento intermedio para las metamórficas, vuelve a repetirse para otras numerosas observaciones.

d. Las medidas porcentuales modales también descienden de arcósicas a sedimentarias —de 51,2 a 42,7 %— con un valor intermedio para las metamórficas de 48,7%. De acuerdo con los valores extremos superiores hallados para cada uno de estos grupos, modas de más de 56 % caracterizan arenas arcósicas.

e. El promedio de la moda más la admixtura proximal más abundante varía del 78,6 a 76 y 71,3 % para arcósicas, metamórficas y sedimentarias respectivamente. Valores individuales mayores a 84 parecen corresponder a muestras arcósicas, inferiores a 64% a líticas.

f. A través de la comparación de los límites gruesos se observa que las arcósicas son las que llevan diámetros mayores, le siguen las metamórficas, y por último las líticas sedimentarias, que si bien muestran extremos muy variables, representan casi la mitad de los histogramas comenzando en 1  $\emptyset$ .

g. Todas las líticas sedimentarias presentan su última columna de finos dentro del intervalo limo, y con preferencia en el grado 6-7  $\emptyset$  (50 % de las muestras). Las arcóscicas, en cambio muestran que el 75 % de sus muestras completan su distribución dentro de la fracción arena, especialmente en el grado arena mediana y fina. Las líticas metamórficas, a su vez, tienen el 12,1 % de sus muestras con la última columna en la fracción arena (fina), y el resto en limo (especialmente el grado 4-5  $\emptyset$ ).

h. El número de grados va de 3 a 8 en arcóscicas, de 4 a 8 en líticas metamórficas, y de 5 a 10 en líticas sedimentarias. Sin embargo, mientras en las arcóscicas los histogramas de menos de 5 columnas constituyen el 50 % de las muestras, en las metamórficas sólo alcanzan el 12,1 %, y en las líticas sedimentarias no se han observado en nuestras muestras. Este último grupo presenta como número más frecuente el 6 (44 %), lo mismo que las líticas metamórficas; no obstante se nota que los histogramas de más de 7 grados representan en las sedimentarias el 37,5 % de los casos, mientras en las metamórficas el 12,5 %.

### GRAFICOS ACUMULATIVOS

Han sido representados siguiendo la tendencia actual y las recomendaciones de Tanner (1969), Folk (1962, 1966), Visher (1965), en papel probabilístico, o sea un sistema de coordenadas en el cual el eje de las "y" está graduado de manera que una función normal resulta una recta (Toranzos, 1968). Este tipo de representación, permite entre otras ventajas, el mejor análisis de los extremos de la distribución de tamaños, que han recibido especial atención en los últimos años.

Sin embargo, la representación gráfica en papel de probabilidades ha demostrado que la mayoría de las distribuciones de sedimentos presentan más de un segmento, adoptando formas tipo zig-zag (Tanner, 1964). Esta conformación, indicaría que la muestra está integrada por más de una población normal, que difiere de las restantes en media y selección.

A este respecto, señalamos que hemos encontrado dos tendencias interpretativas para explicar la aparición de curvas zig-zag. Por un lado, los trabajos de Tanner (1959, 1964) y en parte los de Fuller (1961, 1962), basados principalmente en las investigaciones de Hjülstrom (1939) y Doeglas (1946), las atribuyen a mezcla de poblaciones de distintas corrientes, erosión diferencial, filtrado, presencia de granos deficitarios (Spencer, 1963), sin tomar prácticamente en cuenta los mecanismos de transporte de los individuos. En cambio, otros investigadores (Visher, 1965, 1969; Moss, 1962, 1963); Walger, 1962) relacionan íntimamente los segmentos con la dinámica de transporte, vale decir con los fenómenos de suspensión, saltación y reptación de carga de lecho. Esta interpretación por estar vinculada íntimamente con los caracteres físicos y dinámicos de los agentes es genéticamente muy importante y es por ello que ha recibido especial atención modernamente (cf. Visher, 1969).

Sobre la base de estos antecedentes, hemos tratado de asignar los tramos rectos de las distribuciones a conjuntos de materiales que han sido desplazados por saltación, suspensión y reptación de carga de lecho, sin descartar por ello la influencia de otros procesos que pueden influir en la forma de las distribuciones granulométricas. Para esta difícil tarea inicial de asignación de los segmentos a determinados mecanismos, hemos recurrido a la bibliografía citada y a observaciones propias. No obstante, ha resultado muy difícil modelar reglas precisas; por tal motivo debemos reconocer que las discriminaciones efectuadas pueden estar influenciadas subjetivamente.

La caracterización de los gráficos se ha encarado mediante la cuantificación de rasgos tales como: extremos granulométricos de los segmentos (puntos de truncamiento), por ciento de la distribución total que afecta cada segmento y pendiente en grados del segmento (expresión del grado de seleccionamiento de la población).

Cabe señalar que el grupo fluvial, luego de haber sido considerado en conjunto, ha sido estudiado según los diferentes grupos composicionales anteriormente citados. Esta subdivisión pretende una mejor comprensión del grupo, dados los variados valores analíticos obtenidos.

#### A. MUESTRAS DE PLAYA

*Caracteres generales.* — El 56% de las curvas acumulativas presentan 3 segmentos, el 40,5 % 2 y el 3,1 % 1 segmento. Cuando aparecen 3 segmentos, ellos corresponden a: suspensión (SU) + saltación (SA) + reptación (RE) en 5 muestras, o a SU + 2 de SA en 2 muestras, o a 2 SA + RE en 11 muestras. Cuando aparecen 2 segmentos pueden corresponder a SA + RE (3 muestras) y a 2 de SA en nueve muestras. La única que presenta sólo un segmento corresponde a SA. Por lo tanto, en el 100 % de los análisis aparecen poblaciones de saltación, en el 59,5 % de tracción, y en el 25 % de suspensión. Hacemos notar que la existencia de este último segmento es en cierto modo dudosa, dado que prácticamente hemos inferido su existencia a través de la desalineación del acumulativo correspondientes a 4  $\emptyset$  en el por ciento de muestras citadas.

*Segmento de suspensión.* — Presente las siguientes características: truncamiento grueso medio de 3,36  $\emptyset$ , y límites que van de 3,0 a 3,5  $\emptyset$ ; pendiente media de 53 grados (límites 40 y 65), y un por ciento medio —para las que presentan esta población— de 2,4 % (máximo 12 %). Por el motivo aludido en el punto anterior creemos que debe asignarse a estos valores carácter estimativo.

*Segmento de saltación.* — Constituye entre el 95 y 100% de las muestras y se extiende entre el límite grueso de SU (cuando está presente), hasta un valor medio de 1,47  $\emptyset$ , que marca el comienzo de reptación. Cabe destacar la presencia de un truncamiento dentro del intervalo de saltación, ubicado entre 2,8 y 1,7  $\emptyset$  (media 2,4  $\emptyset$ ) presente en el 68,7% de las muestras. Estas subpoblaciones quedan evidenciadas por pequeños pero definidos cambios en la pendiente (de 1 a 11 grados) y según Visher (1969), son característicos de los depósitos de playa frontal y correspondería a los mecanismos de saca y resaca. En el 91% de las muestras con 2 segmentos de saltación, la subpoblación más gruesa presenta pendiente ligeramente más abrupta; sin embargo, en promedio, son similares los porcentos de ambas subpoblaciones. Por su parte, la selección de ambos segmentos es alta, con un valor medio de 78 grados y extremos de 69 y 83.

*Segmento de reptación.* — Está representado preponderantemente por fragmentos de conchillas, y constituye una mínima cantidad del total de la muestra (por ciento medio de 0,52, límite máximo 5,0). Dentro de este grupo constituye la población con menor grado de selección (media de 43, extremos 12 y 62 grados).

#### B. MUESTRAS EOLICAS

*Caracteres generales.* — De las 41 muestras estudiadas, un 55,2% presentan dos segmentos, el 32,5 % 3 segmentos, y el 12,5 un segmento. Cuando aparecen tres segmentos son siempre SU + SA + RE; cuando se observan dos segmentos, pueden aparecer dos esquemas: SA + RE (47,7 % de las muestras), y más raramente SU + SA (7,5%). Por último, las que están constituidas

por un solo segmento representan poblaciones de saltación. En el 100 % de las muestras aparecen poblaciones de saltación, en el 80,0 % de tracción, y en el 40,0 % de suspensión.

*Segmento de suspensión.* — Ha sido cuantificado de la siguiente forma: truncamiento medio de 4,1%, contenido medio de material de 5,1% (promedio de las muestras donde se halla presente) y un promedio de pendiente de 25 grados. Los límites de variación de las propiedades enumeradas son las siguientes: truncamiento de 3,4 a 4,6  $\emptyset$ , por ciento de 2 a 13, y pendiente entre 8 y 73 grados.

*Segmento de saltación.* — Esta población constituye en promedio cerca de los dos tercios de la distribución, aunque sus límites de variación son muy amplios, de 4 a 100%, aunque estos últimos son bastante raros. Este segmento va desde el límite mayor de suspensión (en el caso que éste esté presente), hasta un valor promedio de 2,39  $\emptyset$ , que marca el comienzo de reptación. No obstante, este límite representa la medida de valores dispersos que van de 0,9 a 2,7  $\emptyset$ . En cuanto a la selección de este segmento, la más elevada de los tres, es alta, con un valor promedio de 66 grados y límites de 55 a 80 grados.

*Segmento de reptación.* — Presenta también alta selección: 64 grados de promedio y límites de 34 y 80, y representa un 30,2 % en peso promedio para las 32 muestras donde aparece, con amplia variación de extremos: de 0,1 a 97 %. Debemos hacer notar que en el 65,5 % de los casos, este segmento presenta mayor selección que el de saltación; la relación inversa se cumple generalmente cuando el volumen asignado a saltación es elevado —mayor a 80 %—. El extremo grueso de este segmento llega en promedio a 0,37  $\emptyset$  (extremos: —1,5 y 1,5  $\emptyset$ ).

### C. MUESTRAS FLUVIALES

De las 33 muestras analizadas, el 63,6 % presentan tres segmentos, el 21,2 % cuatro segmentos, el 12,1 % dos segmentos, y de cinco un 3,0 %. De acuerdo con este número de segmentos, las poblaciones presentes se distribuyen de la siguiente forma: de 2 segmentos (4 muestras): SA + RE; de 3 segmentos (20 muestras) SU + SA + RE; también de 3 segmentos (1 muestra): SA + 2RE; de 4 segmentos (6 muestras) SU + SA + 2RE; también de 4 (1 muestra): SA + 3RE; de 5 segmentos (1 muestra): 2 SU + SA + 2RE.

Se nota por lo tanto que los segmentos de saltación y reptación se hallan presentes en todas las muestras; en cambio el de suspensión aparece en el 63,5 % de los análisis.

*Segmento de suspensión.* — Muestra un truncamiento medio de 3,9  $\emptyset$ , y extremos de 3,2 y 4,7  $\emptyset$ , que lo separa del de saltación. Hemos observado en dos casos la presencia de dos subpoblaciones dentro de su rango, separadas por un valor medio cercano a 5,4  $\emptyset$ . El por ciento medio total correspondiente a este mecanismo es de 12,1% —varía de 0,6 a 52%— presentando siempre baja selección (media 24, extremos 11 y 44 grados).

*Segmento de saltación.* — El conjunto de valores para este mecanismo es altamente variable, aunque se nota una cierta tendencia a distribirse alrededor de dos modas algo distanciadas. Es así que en cuanto al punto de truncamiento grueso, el 54,4 % del total lo presentan entre 1,0 y 1,9  $\emptyset$ , y un 30,3 % entre 2,1 y 2,9  $\emptyset$ . La media total de estos valores es de 1,60  $\emptyset$ , y los límites de variación 0,0 y 2,9  $\emptyset$ . La media de este segmento es del 50,0 % del total (extremos 0,1 y 95 %), y representa el promedio de dos grupos de muestras: uno con porcentos entre 0 y 20, y otro entre 70 y 96 %. Por su parte, la pendiente

presenta un promedio de 45 grados (extremos 12 y 70), pero también un doble agrupamiento en dos tipos: uno con pendientes inferiores a 35, y otro con valores superiores a 50 grados.

*Segmento de reptación.* — Su contenido medio es del 39,1 % del total de sedimento, fluctuando entre 0,1 y 99 %. Puede presentarse como una única población (54,5 % de las veces), como dos subpoblaciones (39,4 %) y aún como tres subpoblaciones en el 6,16 % restante.

Los valores del primer segmento de reptación cuando aparece más de una subpoblación, más los correspondientes a muestras con una única población de reptación tienen un porcentaje medio de 35,5% (entre 1 y 99%), y pendiente media de 51 grados. Con respecto a la pendiente y porcentos, sucede algo similar a lo que ocurría en saltación: presencia de un grupo de muestras (24%) con alto volumen —más del 80 %— con alta pendiente, y otro de porcentajes medianos a bajos —menos del 40 %— y menor inclinación.

El segundo segmento de reptación se separa del primero por un truncamiento promedio de  $-0,28 \varnothing$ , variando con amplitud entre 1,2 y 1,7  $\varnothing$ . La pendiente media es de 35 grados (extremos 11 y 67), y el porcentaje medio de 9,0 (límites 0,2 y 58 %). Por su parte el tercer segmento de reptación, que sólo se manifiesta en dos muestras, presenta en promedio los siguientes rasgos: truncamiento medio fino de 1,2  $\varnothing$ , porcentaje: 2 y una pendiente de 3 grados.

#### COMPARACION ENTRE LOS DISTINTOS TIPOS FLUVIALES

Entre las diferencias entre los tres grupos composicionales fluviales, podemos destacar:

a) Tendencia en el grupo de las arcóscicas a presentar menor número de segmentos.

b) El segmento de suspensión aparece en todas las líticas sedimentarias, en menor grado en las metamórficas y en pocas arcóscicas. Asimismo el contenido medio en suspensión evidencia que en las líticas sedimentarias es casi cuatro veces superior al presente en los otros grupos.

c) La selección de suspensión es siempre baja y parecida entre los tres grupos, y parecería existir un valor máximo de alrededor de 45 grados de pendiente que no se puede superar.

d) El truncamiento grueso de suspensión es también bastante homogéneo para los tres grupos, tanto en valores medios como en los individuales. Debemos destacar también la presencia de un truncamiento dentro del intervalo de suspensión, con un valor aproximado a 5,4  $\varnothing$  en las líticas sedimentarias. Pese a presentarse este rasgo en sólo dos muestras, hemos verificado su persistencia en otros análisis que no forman parte de esta contribución.

e) La cantidad de material depositado a partir de transporte por saltación disminuye desde líticas metamórficas a arcóscicas, pasando por un valor intermedio en las metamórficas.

f) La selección del segmento de saltación disminuye en la misma forma señalada para el punto anterior, llegando en valores medios a 36 grados en las arcóscicas, extremadamente bajo para este tipo de transporte, tomando en cuenta lo expresado al respecto por la mayoría de los autores.

g) El truncamiento grueso medio de saltación es bastante parecido para los tres grupos aunque ligeramente más fino para las metamórficas.

h) A la inversa de lo que sucede con saltación, las arcóscicas presentan alto contenido de material transportado por reptación, que en muchas muestras

constituye casi el total de la muestra. En cambio, es bajo su volumen en las sedimentarias, e importante en las metamórficas. Se destaca asimismo, especialmente en las arcóscas, la presencia de un discreto número de muestras con más de una población de reptación.

#### DISCUSION DE LOS VALORES HALLADOS EN LOS DIFERENTES GRUPOS

Los factores más importantes que pueden determinar configuraciones diferentes son: condiciones hidrodinámicas, composición de los materiales en transporte, forma de los individuos, y disponibilidad de variadas granulometrías por parte de la corriente. Descartamos posibles efectos enunciados por Tanner (1964), ya que consideramos que por la forma del muestreo, y por el flujo marcadamente unidireccional es improbable que se produzcan.

La geométricidad de los clastos y su incidencia en las distribuciones ha sido comprobada por Moss (1962, 1963). Al respecto, estimamos que si bien su análisis en función de caracteres dinámicos y distribuciones de tamaño es importante —como fuera demostrado por Teruggi et al (1971)—, están condicionadas esencialmente y en última instancia por caracteres mayores —composicionales y genéticos— de las rocas aflorantes en la cuenca hídrica. Según este aspecto, y como fuera comprobado en los capítulos anteriores, han surgido una serie de diferencias en base a la composición de los detritos transportados, especialmente entre arcóscas y líticas sedimentarias. Sin embargo existen una serie de “anomalías” comunes a los tres grupos fluviales que aunque de distinta intensidad, indican la existencia de otra variable aparte de la composicional, y de influencia general. Creemos que este rasgo se debe a la disponibilidad de detritos por parte de la corriente, ya que por otra parte, la similar competencia de los ríos muestreados los posibilita potencialmente para transportar los mismos detritos.

Es así que sólo en el grupo de las líticas sedimentarias se comprueba completo desarrollo de los segmentos de suspensión, saltación y reptación, como asimismo la participación mayoritaria en el promedio de la saltación, que según la mayoría de los autores, es el principal modo en que se mueven los granos arenosos, y el que mejor los selecciona (Moss, 1962, 1963; Visher, 1969). El extremo opuesto lo constituyen las arcóscas que carecen prácticamente de fracción en suspensión. También el comportamiento de la saltación se aparta de las leyes generales, ya que como se observó anteriormente existe una gran cantidad de muestras arcóscas con menor del 1 % atribuido a este mecanismo, y a la mitad de las metamórficas con porcentajes menores a 15, ambas con baja selección. Según nuestro entender, la ausencia casi absoluta de detritos arenosos finos en las fuentes de los ríos arcóscos es la responsable de su comportamiento peculiar. Al respecto, cabe mencionar que el mismo fenómeno fue registrado por Mc Ewen et al. (1959), quienes encontraron marcada deficiencia de finos en muestras arcóscas muy similares a las nuestras. Este hecho determinaría entonces el bajo volumen y selección del segmento de saltación, sin necesidad de apelar a diferencias hidrodinámicas.

Contrariamente, las líticas sedimentarias, que potencialmente disponen de todas las clases granulométricas en sus fuentes, y especialmente las finas, configuran por lo común modelos mucho más cercanos a los típicos fluviales de Visher: tres segmentos donde la saltación es la más abundante y la mejor seleccionada.

En lo atinente al desarrollo de subpoblaciones dentro del intervalo de reptación, es probable que pueda deberse a provisión de detritos con diferentes medias granulométricas (dos o más litologías) o a la integración de poblaciones transportadas por deslizamiento y por rolido. Sin embargo, las poblaciones de formas extremas —equidimensionales y laminares— no son demasiado abun-

dantes en este ambiente (Teruggi et al, 1972) por lo que esta última hipótesis parece algo menos probable. De todas maneras, a través de ambas posibilidades, es indudable que la influencia máxima responde a la naturaleza de la roca madre, que controla grandemente la forma y tamaño de los detritos sedimentarios.

Nuestra interpretación acerca de la primordial importancia de la disponibilidad clástica en las configuraciones fluviales, refirma en este sentido lo expuesto por Doeglas (1946) en el sentido que las distribuciones de tamaños transportados dependen principalmente de los tamaños disponibles a lo largo del curso de la corriente.

Finalmente debemos consignar que los caracteres enumerados han sido registrados en otras 25 muestras fluviales que tienden a hacer más sólidas las conclusiones anteriormente expresadas.

#### D. DISCUSION DE LOS DIFERENTES VALORES HALLADOS PARA ARENAS DE PLAYA, EOLICAS Y FLUVIALES

La interpretación de los diferentes valores hallados es singularmente difícil debido a la complejidad de variables que pueden afectar las configuraciones acumulativas, como así también por las escasas investigaciones referidas a mediciones de tamaño en diferentes agentes y mecanismos de transporte. En efecto, entre los trabajos importantes sólo podemos citar los de Gilbert (1914), Hjulstrom (op. cit.), Doeglas (1946), Bagnold (1941, 1966); más recientemente Moss (1962, 1963) y Visher (1965, 1969), suministran información parcial acerca de las relaciones entre mecanismo de transporte —dinámica del medio— textura del sedimento, que hacen posible interpretaciones de alcance sólo tentativo. No obstante, creemos que los puntos que trataremos a continuación, referidos a diferencias menos sutiles entre los grupos que afectan este trabajo, encuentran sencilla explicación, tomando en cuenta los caracteres físicos mayores de los agentes responsables de la formación de cada uno de los depósitos psamíticos.

Es así, y tal como lo prueban numerosos trabajos acerca de la dinámica imperante en playa frontal, que se pueden explicar ciertos caracteres enumerados en el punto anterior. En este ambiente, la enérgica acción de las corrientes de saca y resaca es el factor condicionante de la ausencia o en su defecto baja participación de poblaciones de suspensión que no llegan a depositarse; cuando así lo hacen, constituyen un exiguo volumen del total de la muestra y presentan alta selección. Entendemos que este rasgo es motivado por el estricto límite de finos que impone el ambiente, comprobado por numerosos autores, y responsable de la tendencia a asimetrías negativas de sus distribuciones. Con respecto a las poblaciones de suspensión de los otros dos grupos, podemos decir que el comportamiento de las eólicas tiende a acercarse al de las fluviales en cuanto a participación y abundancia. Pero, como es de esperar, sus depósitos son más seleccionados que los fluviales, que por su mayor fluidez transportan granos de variada granulometría, llegando a manifestarse en algunos casos como dos subpoblaciones.

Es también ubicua la presencia de dos subpoblaciones de saltación en nuestras muestras de playa, carácter al parecer muy común en las arenas depositadas en este ambiente. En este sentido coincidimos con Visher (1969) en atribuir las a los movimientos de saca y resaca.

Sin embargo el panorama de la saltación es más confuso en los otros grupos y en este sentido en las fluviales dependería, como ha sido ya enunciado previamente, de los caracteres composicionales y de la disponibilidad de los materiales transportados. Por su parte en las eólicas, el comportamiento variado aquí



encontrado con respecto al segmento de saltación no ha sido analizado en detalle, aparentemente, la mayor variabilidad dinámica y direccional de flujo eólico sería la responsable de la misma, sin descartar procesos de deflación diferencial (Tanner, 1964) sobre el mismo depósito.

Por su parte, la marcada diferencia entre las poblaciones de reptación de fluviales y de playa, se debe sin duda a la indisponibilidad de detritos gruesos en el último ambiente muestreado, ya que su dinámica es potencialmente capaz de mover detritos equivalentes a los registrados para poblaciones de reptación en nuestras muestras fluviales. Al respecto hacemos notar que los pequeños segmentos presentes en las muestras de playa desaparecen al eliminar el detrito bioquímico calcáreo.

Finalmente, si comparamos en conjunto la selección de los segmentos para cada uno de los grupos, se nota —en valores promedio—, la buena y homogénea selección de los tres segmentos en las muestras eólicas. En cambio, en las de playa, se distingue un alto valor para saltación —el mayor hallado— y moderados para suspensión y reptación. Por su parte, las fluviales se muestran con poblaciones moderadamente seleccionadas de saltación y de reptación, y muy mal seleccionadas de suspensión. Debemos advertir por otra parte, que el número de segmentos presentes en cada uno de los grupos genéticos, parece estar relacionado con la fluidez de los agentes, aumentando su cantidad al disminuir la fluidez del agente.

### COEFICIENTES ESTADÍSTICOS

Los hemos determinado mediante dos mecanismos diferentes: cálculo de momentos (Krumbein, 1938), y cálculo de coeficientes de Folk y Ward (1957), el más preciso de los métodos gráficos según Mc Cammon (1962).

Debemos señalar que en las muestras con material pelítico, el extremo fino es de tipo "abierto", dado que el análisis no se completó hasta el 100 %, sino que, como fuera comentado en otro capítulo, se dio por concluido al superar el 95 % en peso de la distribución. Esta forma de operar impediría utilizar el método de momentos puesto que es aplicable sólo a distribuciones "cerradas" (100 % del sedimento). Este problema ha sido zanjado por Friedman (1961, 1967), al asignar a la fracción pelítica —no analizada en sus trabajos— un valor arbitrario de 4,25  $\phi$  en el primer trabajo, y 6,0  $\phi$  en el segundo; en ninguna de esas contribuciones explica los motivos por los que se decide por esos valores.

En nuestro caso hemos ponderado varios grados pelíticos; por esta razón creemos que era mucho más exacto para el cálculo de momentos tomar en cuenta estos valores en lugar de asignar un valor arbitrario general para el material pelítico. De esta forma se optó por tomar como expresión granulométrica media del material pelítico que restaba analizar, al valor resultante entre el cociente del por ciento en peso que quedaba sin analizar (a), y el por ciento en peso correspondiente al último grado analizado (b), según se detalla en la tabla IX.

TABLA IX

*Forma de asignar valor  $\phi$  al extremo "abierto" de las distribuciones en el cálculo de momentos*

Cuando a/b:	< 2	> 2 < 4	> 4 < 6	> 6 < 10	> 10 < 20	> 20
$\phi$ residuo:	$\phi b + 0,5$	$\phi b + 1,0$	$\phi b + 1,5$	$\phi b + 2,0$	$\phi b + 2,5$	$\phi b + 3,0$

Por su parte, los coeficientes de Folk y Ward (op. cit.), fueron calculados a partir de los acumulativos probabilísticos. En la tabla X se detallan los diferentes cálculos efectuados.

Por último, debemos señalar que tanto el cálculo de coeficientes gráficos como el de momentos, fueron efectuados en IBM 1620 del Centro de Estudios Superiores de Programática e Informática de la Universidad Nacional de La Plata, a través de programas Fortran preparados por personal de la citada institución.

TABLA X

*Medidas de momentos*

1er. momento (Media):  $x\emptyset \pm 1/100\epsilon fm\emptyset$

2do. momento (Selección).  $V\emptyset = (\epsilon f (m\emptyset - \bar{x}\emptyset)^2)^{1/2}$

3er. momento (Asimetría):  $\alpha 3\emptyset = (1/100) V\emptyset^{-3} \epsilon f (m\emptyset - \bar{x})^3$

4to. momento (Curtosis):  $\alpha 4\emptyset = (1/100) V\emptyset^{-4} \epsilon f (m\emptyset - \bar{x})^4$

Desviación cúbica media:  $MCD\emptyset = \alpha 3\emptyset V\emptyset^3$ .

*Coefficientes de Folk y Ward*

$$\text{Media: } Mz\emptyset = \frac{\emptyset 16 + \emptyset 50 + \emptyset 84}{3}$$

$$\text{Desviación standard: } StD\emptyset = \frac{\emptyset 84 - \emptyset 16}{4} + \frac{\emptyset 95 - \emptyset 5}{6,6}$$

$$\text{Asimetría: } Sk\emptyset = \frac{\emptyset 16 + \emptyset 84 - 2\emptyset 50}{2(\emptyset 84 - \emptyset 16)} + \frac{\emptyset 5 + \emptyset 95 - 2\emptyset 50}{2(\emptyset 95 - \emptyset 5)}$$

$$\text{Curtosis: } K\emptyset = \frac{\emptyset 95 - \emptyset 5}{2,44(\emptyset 75 - \emptyset 25)}$$

**A. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL**

Como fuera expresado, las determinaciones realizadas en esta contribución corresponden a mediana ( $Md\emptyset$ ), Media ( $Mz\emptyset$ ) y primer momento ( $\bar{x}\emptyset$ ).

A los efectos de nuestras observaciones sólo utilizaremos los dos últimos, dada la incapacidad de la mediana en reflejar esta tendencia (Mc Cammon, 1962; Folk, 1966). Sin embargo, hacemos notar que los valores de mediana de nuestras muestras son bastante cercanos a media y primer momento.

*Media.* — La figura 1 representa el polígono de frecuencia en número de valores de media de cada uno de los ambientes muestreados. En ella es evidente la homogeneidad de valores de las muestras de playa, que van de 2,15 a 2,85  $\emptyset$ . El caso opuesto, gran variabilidad, se manifiesta claramente en las fluviales, que muestran amplia gama de valores, extendidos por todos los grados arenosos, sin manifestar tendencia marcada por ninguno de ellos. No obstante, debemos advertir que dentro de las fluviales, cada uno de los grupos en que fueron divididas tienen tendencias propias. Es así que las arcóscicas presentan 7 gruesas y 1 mediana (media de esos valores: 0,69  $\emptyset$ ); metamórficas: 1 gruesa, 4 medianas y 3 finas. Por su parte, las sedimentarias se ubican en el grado arena fina: 6, muy fina: 9 y una en mediana. La única volcánica es de grado mediano.

REFERENCIAS

- Muestras Fluviales
- - - Muestras Eólicas
- · - Muestras de Playa

Fig. 1 Polígono de Frecuencia de Media ( $M \approx \phi$ )

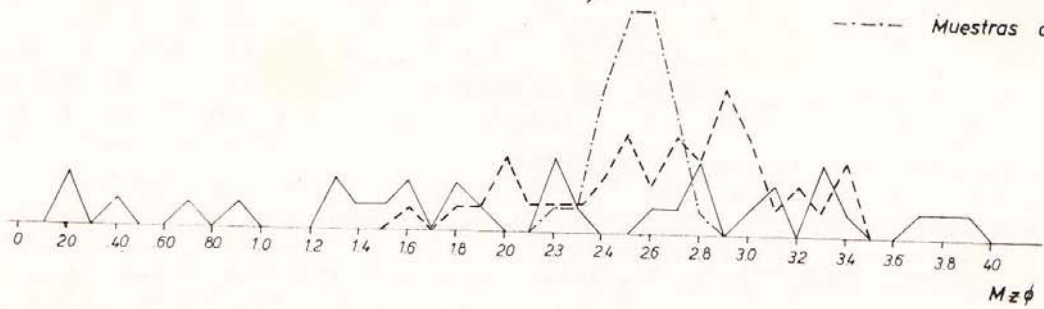


Fig. 2 Polígono de Frecuencia de Primer Momento (Media) ( $\bar{x} \phi$ )

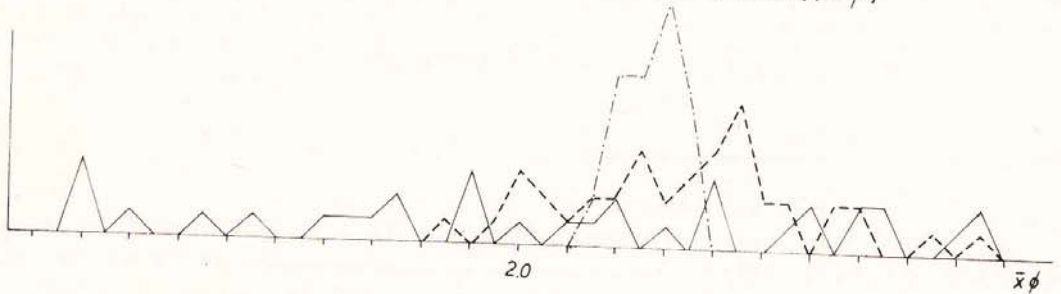


Fig. 3 - Polígono de Frecuencia de Desviación Standard (Selección) ( $STD \phi$ )

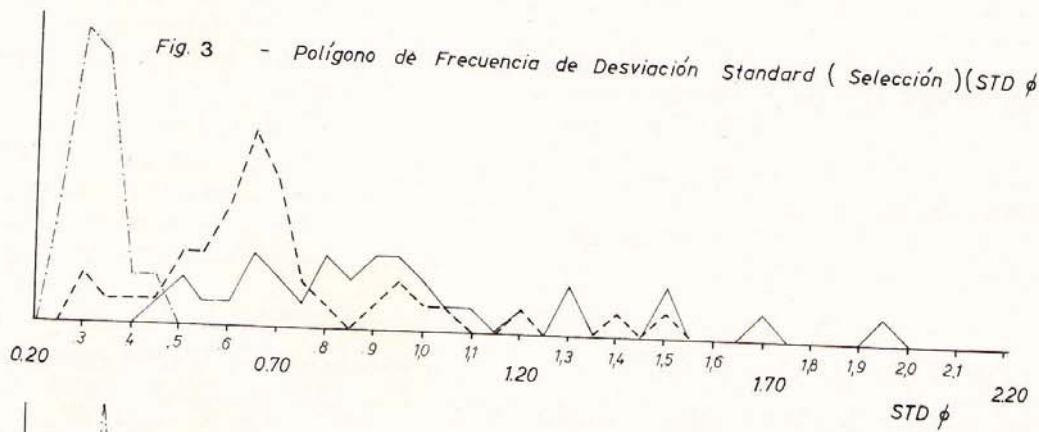


Fig. 4 - Polígono de Frecuencia de Segundo Momento (Selección) ( $V \phi$ )

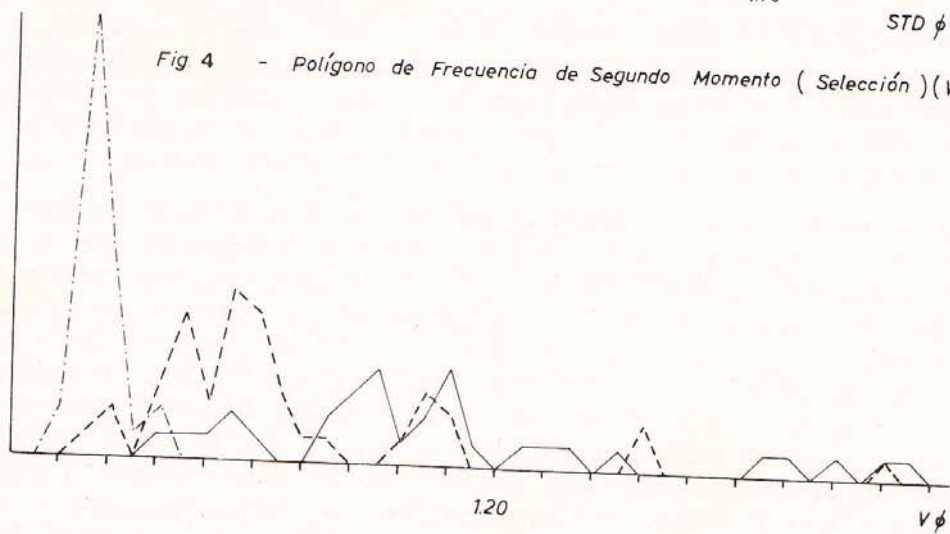


Fig. 5 - Polígono de Frecuencia de Asimetría (  $Sk\phi$  )

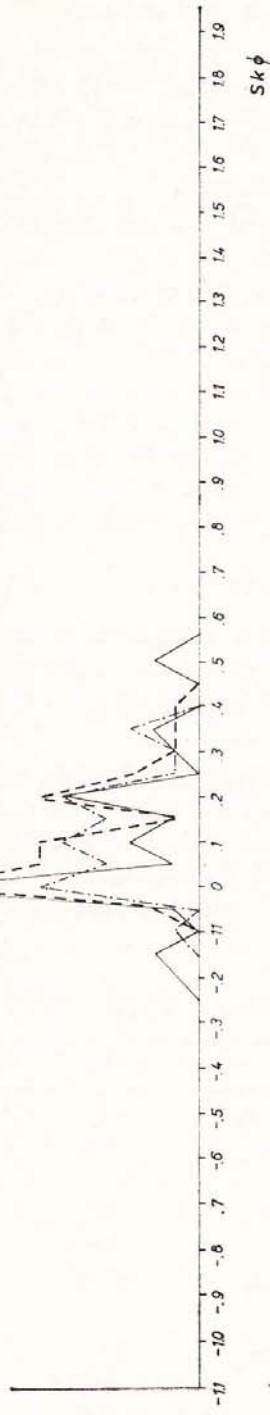


Fig. 6 - Polígono de Frecuencia de Tercer Momento (  $\alpha_3\phi$  )

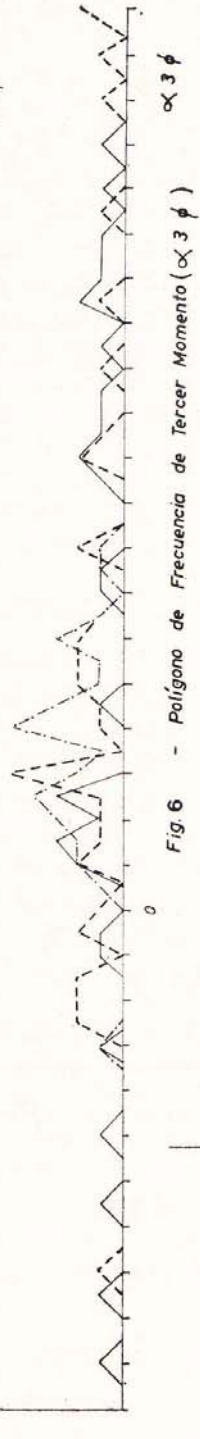


Fig. 8 - Polígono de Frecuencia de cuarto momento (  $\alpha_4\phi$  )

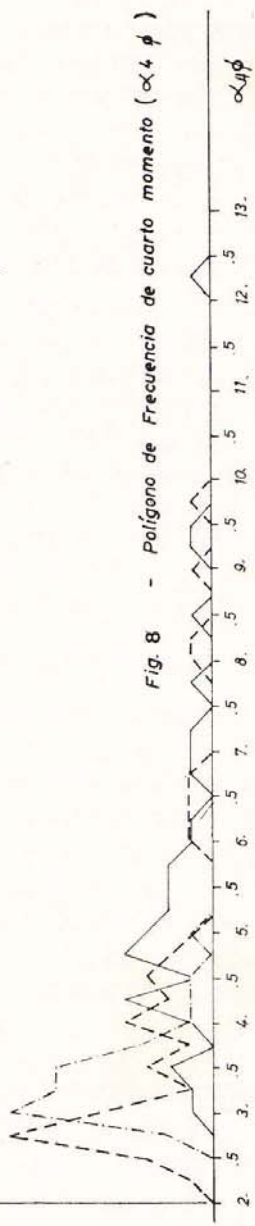
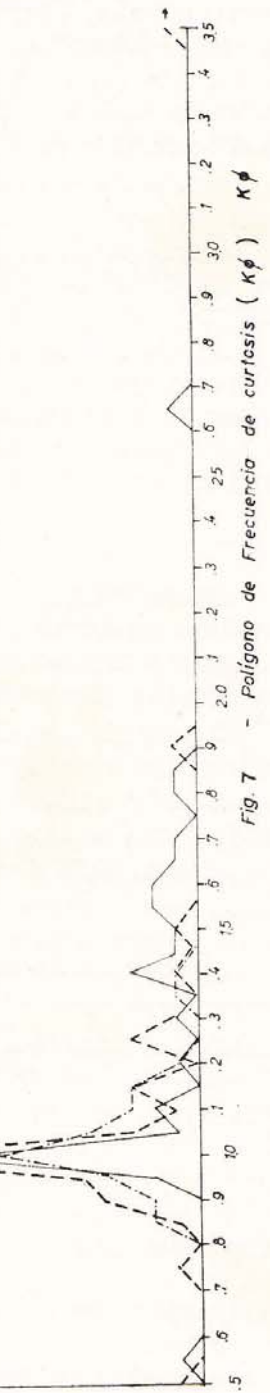


Fig. 7 - Polígono de Frecuencia de curtosis (  $K\phi$  )



Por su parte, las eólicas exhiben dispersión intermedia, aunque bastante grande, de 1,45 a 3,45  $\phi$ , con máximo cercano a 2,85  $\phi$ , no habiéndose detectado variación de este parámetro con la composición. La gran mayoría de las medias correspondientes a este grupo se ubican en el grado arena fina (68,3 %), otras en muy fina (21,8 %) y el resto en arena mediana (9,8 %).

*Primer momento.* — Comparando los valores de este parámetro con los de media (fig. 2) se comprueba la semejanza de ambas formas de medición de la tendencia central. Sólo se han anotado diferencias más o menos marcadas en 4 muestras. La comparación detallada entre ambos valores indica que en general el valor de  $\bar{x}\phi$  es algo mayor a  $Mz\phi$  (58,1 % de los casos); en el 8,6 % de las veces coinciden. El valor absoluto de la diferencia es bajo, generalmente menor a 0,1  $\phi$ , aunque se ha registrado máxima de 0,99  $\phi$  (muestra B1), y otros alrededor de 0,5  $\phi$  (M57, MVB y M8). Debemos señalar que la diferencia entre ambas medidas es mínima en muestras con buena selección.

*Interpretación de los valores de tendencia central.* — La observación de nuestros valores, tomando en cuenta lo esbozado para esta medida, indican que el máximo grado de variabilidad energética corresponde a las muestras fluviales. Por su parte, las medidas eólicas, menos dispersas, sólo se desarrollan por debajo de 1,60  $\phi$ , indicando este límite, el máximo energético eólico continental.

El grupo depositado bajo condiciones dinámicas más constantes parece ser el de playa, que no trasciende medias más gruesas 2,0  $\phi$ , ni más finas a 2,8  $\phi$ . Sin embargo, estos límites no pueden tomarse como generales para el ambiente por la localización regional de nuestro muestreo. Además, se han encontrado ejemplos bibliográficos de muestras de playa con medias más gruesas a 2,0  $\phi$ .

#### B. MEDIDAS DE DISPERSION

Corresponden a las determinaciones de desviación standard ( $StD\phi$ ) y de segundo momento ( $V\phi$ ). Estas mediciones evalúan el grado de selección del sedimento, e indican las fluctuaciones en la energía cinética o velocidad del agente depositante alrededor de su velocidad media (Sahu, 1964).

*Desviación standard.* — Comparando los trazos correspondientes a los distintos sedimentos (fig. 3), se advierte el desplazamiento hacia valores altos de las fluviales, seguida por las eólicas y finalmente las de playa, grupo éste donde predominan sedimentos muy bien seleccionados. Las eólicas, con predominancia de tipos marcadamente bien seleccionados, muestran algunos valores sorprendentes.

TABLA XI

Grados de selección en base a la escala de Folk y Ward (1957)

Grado	Límite	Playa	Eólicas	Fluvial
Muy bien seleccionado .....		%	%	%
	0,35	71,8	7,3	—
Bien seleccionado .....	0,50	28,2	12,2	6,1
Moderadamente bien seleccionado .....	0,71	—	48,8	24,3
Moderadamente seleccionado .....	1,00	—	21,9	42,4
Pobrememente seleccionado .....	2,00	—	9,7	27,3
Muy pobrememente seleccionado .....	4,00	—	—	—
Extremadamente pobre selección .....		—	—	—

dentemente altos (MBV, M3, M8, M21). Por su parte el grupo fluvial, donde sobresalen los moderadamente seleccionados (tabla XI), exhiben afinidad por términos bien seleccionados en el grupo arcósico, mientras las liticas sedimentarias muestran coeficientes mucho más altos y las metamórficas, a su vez, presentan valores intermedios.

*Segundo momento.* — Según puede comprobarse por confrontación de la fig. 4 con la precedente, el segundo momento está fielmente representado por la desviación standard. Sin embargo, los valores correspondientes al segundo momento son casi siempre mayores (30,5 % de las veces) para la misma muestra; la relación inversa sólo se da en el 5,7 %; el valor de la diferencia aumenta cuanto menor es el grado de selección del material.

En este cálculo, el grado más común en las de playa es el bien seleccionado (tabla XII), a diferencia del cálculo de desviación, donde el más abundante era el muy bien seleccionado.

TABLA XII  
*Grados de selección en base a la escala de Friedman (1961)*

Grado	Límite	Playa	Eólicas	Fluvial
		%	%	%
Muy bien seleccionado .....		28,2	2,4	—
	0,35			
Bien seleccionado .....		71,8	7,3	3,0
	0,50			
Moderadamente bien seleccionado ....		—	65,8	21,2
	0,80			
Moderadamente seleccionado .....		—	17,1	57,8
	1,40			
Pobrementemente seleccionado .....		—	7,3	15,1
	2,60			
Muy pobrementemente seleccionado .....		—	—	3,0
	2,60			
Extremadamente pobre selección .....		—	—	—

*Interpretación de los valores de dispersión.* — Si bien nuestros resultados la acción de saca y resaca en playa frontal sería el mecanismo seleccionador más importante; repetidamente se ha demostrado que el viento constituye en este sentido el agente más efectivo. Con todo, debemos señalar que el muestreo localizado en una estrecha región para nuestras muestras de playa, puede haber influido sobre los valores. Por otra parte, no hemos considerado las acumulaciones arenosas eólicas litorales, que manifiestan a través de la bibliografía ejemplos de bajos coeficientes de selección.

A su vez, las eólicas continentales presentan su máximo dentro del grado moderadamente bien seleccionado de ambos sistemas clasificatorios, con casos de mejor y peor selección. Los últimos, más frecuentes, están representados por muestras del tipo "B" (cf. muestreo).

### C. MEDIDAS DE ASIMETRIA

Según Sahu (op. cit.), este coeficiente mide la simetría de la frecuencia de distribución de tamaños. Desde el punto de vista dinámico, las asimetrías negativas o gruesas señalarían la existencia de corrientes que han operado durante más tiempo con más energía que la normal para la corriente, o que las fluctuaciones de velocidad hacia valores más altos fueron frecuentes.

*Coficiente de asimetría.* — La observación de los valores correspondientes a este coeficiente llaman la atención por el carácter positivo general de todas

las muestras analizadas (Fig. 5, tabla XIII). Este carácter positivo no es el esperado para muestras de playa según los antecedentes bibliográficos (Martins, 1965, 1967); Chappell, 1967; Friedman, 1961; Hails y Hoyt, 1969), que indican que su signo más característico es el negativo. En cambio la asimetría dominante de eólicas y fluviales, concuerda con los antecedentes bibliográficos. Además, debemos señalar con respecto a este coeficiente que en nuestros tres grupos existen numerosas muestras de tipo simétrico, que alcanzan su máximo en el grupo eólico.

TABLA XIII

*Grados de asimetría de las muestras en base a la escala de Folk y Ward (1957)*

Grado	Límite	Playa	Eólicas	Fluvial
		%	%	%
Muy negativo .....	—1,00	—	—	—
Negativo .....	—0,30	3,1	—	9,1
Casi simétrico .....	—0,10	37,5	63,5	48,5
Positivo .....	0,10	53,2	29,3	30,3
Muy positivo .....	0,30	6,2	7,3	12,1
	1,00			

*Tercer momento.* — Muestra diferencias cuantitativas importantes con respecto al coeficiente de asimetría (fig. 6). Es así que se ha observado que cuando el tercer momento es positivo, es siempre mayor que el correspondiente al coeficiente de asimetría y menor cuando es positivo (cf. fig. 5 y 6). Por este motivo, y en virtud de la general tendencia de nuestras muestras a asimetrías positivas es que el 83% de los valores del tercer momento son mayores que los correspondientes al coeficiente de asimetría; el resto lleva la relación inversa y corresponde, como ya fuera comentado a valores de tercer momento negativos. Además, la diferencia entre ambos valores crece aparentemente en forma directa con la disminución del grado de selección. Es así que la diferencia promedio entre ambas mediciones es de 0,24 en playa, 0,34 en fluviales arcólicas, 0,54 en eólicas y de 0,89 en fluviales de composición lítica sedimentaria. No obstante en el grupo eólico se concentran los límites más amplios de variación absoluta: 0,03 y 2,0.

*Interpretación de los valores de asimetría.* — Muestras de playa: si bien hemos reconocido la ausencia de material más fino a 62 micrones, producto de las condiciones dinámicas del ambiente, que no permiten su depositación, puesto que es llevado a zonas de menor energía mecánica (Friedman, 1961, 1967); Visher, 1969), no presentan el signo negativo que correspondería a este carácter. Creemos que las distribuciones típicamente positivas o casi simétricas que evidencian nuestras muestras se debe esencialmente a la ausencia de detrito grueso en el ambiente, que impediría la existencia de una cola de gruesos en la distribución, y no a condiciones dinámicas locales. Por otra parte, si bien los ejemplos mundiales indican predominancia de tipos negativos, los positivos presentan asiduidad (Sevon, 1966; Friedman, 1967; Martins, 1970).

Muestras fluviales: el signo positivo predominante coincide con observaciones mundiales previas. Este carácter aparece más marcado en las líticas sedimentarias como consecuencia de su abundancia en finos, responsable de la asimetría descripta. Las excepciones de valores negativos, o muy cercanamente simétricos, registrados en líticas metamórficas y arcósicas —más comunes que en líticas sedimentarias—, se debe a la frecuente presencia de detrito grueso, a veces hasta guijas, mal seleccionado, que contrapesa la influencia de la característica cola de finos fluvial.

Muestras eólicas: si bien predominan valores gráficos positivos, son más moderados que los fluviales, y exhiben mayor tendencia hacia distribuciones simétricas. Sólo aparecen valores negativos en el cálculo del tercer momento, pero también en este caso se trata de valores bastante simétricos, dado que se ha observado un solo valor inferior a  $-0,27$ .

#### D. MEDIDAS DE CURTOSIS

Si bien la curtosis gráfica y el cuarto momento fueron definidos originariamente como medidas del grado de acuminación de la curva normal, observaciones más recientes (Baker, 1968), indican que la curtosis gráfica, más que la acumulación, mide la relación entre la selección del 90 % de la distribución, y la selección del 50 % de la parte central de la misma. Por lo tanto, un valor de curtosis cercano a la unidad indicará distribuciones normales. Valores mayores a 1, con mayor selección en la parte central de la curva, indicarán entonces desde el punto de vista dinámico, que las fluctuaciones de velocidad estuvieron restringidas dentro del 50 % de la velocidad promedio por períodos de tiempo mayores que normales.

Las mediciones efectuadas hasta el presente en ambientes actuales han demostrado en la mayoría de los casos, que las medidas de curtosis no han sido sensibles al ambiente de sedimentación. En tal sentido, debemos señalar que la misma conclusión se extrae de nuestro estudio.

*Curtosis gráfica.* — Según puede observarse en la tabla XIV y en la figura 7, es neta la tendencia general a valores cercanos a 1, y la predominancia de tipos leptocúrticos sobre los platicúrticos.

TABLA XIV

*Grados de curtosis de las muestras en base a la escala de Folk y Ward (1957)*

Grado	Límite	Playa %	Eólicas %	Fluvial %
Muy platicúrtica .....		—	—	—
	0,67			
Platicúrtica .....		6,2	4,9	—
	0,90			
Mesocúrtica .....		75,0	68,3	45,4
	1,11			
Leptocúrtica .....		18,8	21,9	21,2
Muy leptocúrtica .....	1,50	—	2,4	27,3
Extremadamente leptoc. ....	3,00	—	—	—



Si bien la tendencia general es a la leptocurtosis, es más manifiesto en las fluviales (fig. 7) especialmente por influencia del subgrupo sedimentario, dado que los arcósicos y metamórficos muestran similar distribución que los depósitos de playa y eólicos, a excepción de que carecen de platicúrticos.

*Cuarto momento.* — La inspección de la figura 8 indica la presencia de máximos distintivos para cada uno de los grupos. En esta forma, las eólicas presentan mayor concentración alrededor de 2,75, playa en 3,25, y las fluviales dos zonas con máximos en 4,25 y 4,75. Al respecto debemos acotar que la mayor parte de eólicas se ubican entre 2,0 y 5,25, todas las de playa entre 2,5 y 5,25, y las fluviales en forma casi continua de 2,75 a 9,75.

Con respecto a las diferencias de valores obtenidas entre curtosis gráfica y cuarto momento señalamos que este último es siempre mayor que el homólogo gráfico.

#### E. OTRAS MEDIDAS ESTADÍSTICAS

*Desviación cúbica media.* — Con respecto a esta medida podemos comentar que las eólicas y de playa se ubican en la cercanía del valor 0,0. Además, se observa que las de playa presentan valores que van de  $-0,05$  a  $0,1$ ; por su parte, las eólicas se dispersan más; de  $-0,20$  a  $0,40$  principalmente, aunque se advierten valores aún más altos. En cambio las fluviales varían de acuerdo con nuestros resultados, desde extremos muy negativos a muy positivos, sin haberse manifestado con mayor frecuencia alrededor de un valor determinado.

*Percentil 1.* — Fue Passega (1957) quien primero dedicó atención a este parámetro, interpretándolo como reflejo de la competencia máxima del agente depositante. Según este autor, es mucho más indicativo del agente responsable de su formación, que cualquier otro rasgo granulométrico.

En las figuras 10 y 12 se puede observar el desarrollo del mismo para los distintos grupos ambientales tratados en este trabajo. En el mismo se nota la homogeneidad de valores para los de playa, que van de  $1,41$  a  $2,16 \varnothing$ , y con una media de  $1,86$ . Las eólicas presentan una media de percentil 1 más gruesa —sorpriente de acuerdo a consideraciones teóricas— que las de playa ( $1,23 \varnothing$ ), y con un valor extremo fino de  $2,25$ , no sobrepasan percentiles 1 más gruesos a  $0,4$  (salvo dos excepciones). Finalmente las fluviales, como en la mayoría de los caracteres observados, presentan una distribución más variada, y con promedio para este parámetro mucho más grueso ( $-0,039$ ). Cabe destacar con respecto a los promedios, que se pasa de  $-1,19$  en arcósicas a  $-0,55$  en metamórficas, y a  $0,12$  en sedimentarias. Los extremos encontrados son de  $-2,60$  y  $2,53$ .

La consideración de estos valores, a los efectos de su generalización como indicadores ambientales, indican que el límite superior fino mostrado por nuestros sedimentos de playa es probablemente reflejo de condiciones locales; la comparación con otros análisis publicados, y las condiciones cinéticas del ambiente indicarían que el límite grueso puede desplazarse en los gráficos de las figuras 10 y 12; sin embargo, pensamos que los valores de media y límite fino deben ser invariables por los motivos expuestos anteriormente.

Por otra parte, creemos que el límite grueso de  $0,5 \varnothing$  hallado para depósitos medanosos, está totalmente de acuerdo con la competencia máxima eólica. Los valores superiores a este diámetro deben considerarse excepcionales, siendo probable en este caso que algún otro agente participe en la formación del depósito. Asimismo, los valores de percentil 1 menores a  $1,9 \varnothing$  son raros, y se presentan al parecer sólo en psamitas con discreto contenido vitroclástico (más del 10 %).

A su vez, las fluviales muestran todo un variable espectro de competencia, acorde con las diferentes condiciones dinámicas de cada río, y aún de cada

sector del mismo cauce. Además, se ha podido registrar que a estas causas de variación, se suma el factor composicional, que como se ha demostrado, influye directamente en la configuración granulométrica del sedimento.

#### GRAFICOS DE DISPERSION BASADOS EN COEFICIENTES ESTADISTICOS

A partir de la contribución de Friedman (1961), se ha podido comprobar que ciertos valores estadísticos correspondientes a distintos ambientes sedimentarios ocupan determinados sectores de esos diagramas. Por nuestra parte, en base a los valores obtenidos en esta investigación y a los que figuran en otras (Friedman, 1961, 1967), Sevon (1966), Martins, 1967, 1970, Moiola y Weiser, (1968, Beall, 1970), analizaremos la validez de ese gráficos.

A continuación se comentan los resultados obtenidos, haciéndose notar que sólo se analizarán aquellos que han resultado más eficaces en la distinción ambiental, o en la mejor comprensión del comportamiento de los caracteres texturales de acuerdo al agente depositante.

#### A. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL / MEDIDAS DE DISPERSION

De acuerdo a nuestros datos y a los procedentes de los trabajos anteriormente citados, creemos que el campo de representación puede dividirse en 5 zonas (fig. 9). Estas zonas han sido limitadas por líneas umbrales para alguno de los tres grupos de muestras, que difícilmente pueden rebasar. Es así que el campo 1 es sólo ocupado por muestras de playa, dado que el segmento "a" marca según nuestras numerosas observaciones, el límite más grueso en media que los sedimentos eólicos pueden alcanzar, y que por lo tanto no penetran ese campo 1. A su vez el límite "b", queda señalado por el máximo grado de selección que pueden alcanzar las fluviales, ya que no se han observado en ese grupo valores de desviación estándar menores a 0,4 para medias más gruesa a 2,0  $\phi$ . A este respecto debemos señalar la tendencia a grados de buen seleccionamiento que exhiben las arenas gruesas fluviales de composición arcósica.

Por su parte el campo 2, es ocupado entonces en forma preferente por fluviales, y también por arenas de playa de granulometría gruesa (Martins, 1967; Martins et al., 1970; Sevon, 1966), que no rebasan hacia arriba —de acuerdo a nuestros datos e investigación bibliográfica— el límite "c". Este último trazo demuestra la amplia variación de mínimo seleccionamiento que experimentan en función de su media granulométrica. Es así que se pasa de una desviación máxima de 0,5 cerca de 2,60  $\phi$ , y podría superar 2,0 para medias cercanas a 1,0  $\phi$ .

El campo 3 queda delimitado por el trazo "c" y el "a"; este último representa el límite comprobado de extensión de las muestras eólicas, que se emplazan siempre a la izquierda de esa línea, dado que los altos coeficientes de selección en ese grupo se manifiestan sólo en muestras con medias granulométricas más finas (muestras de tipo "B"). Por lo tanto, este campo está ocupado exclusivamente por muestras fluviales, dado que como se ha visto no penetran en esa zona muestras de playa y eólicas, las que presentan más alto grado de selección que aquellas fluviales de medias equivalentes.

Por su parte el campo 4, limitado por los trazos "c" y "d" ya comentados, delimitan la zona de superposición fluvial-eólica. Al respecto debemos remarcar que son escasísimas las eólicas que superan una desviación de 1,0, presentando en su gran mayoría valores inferiores a 0,7, raros para las fluviales.

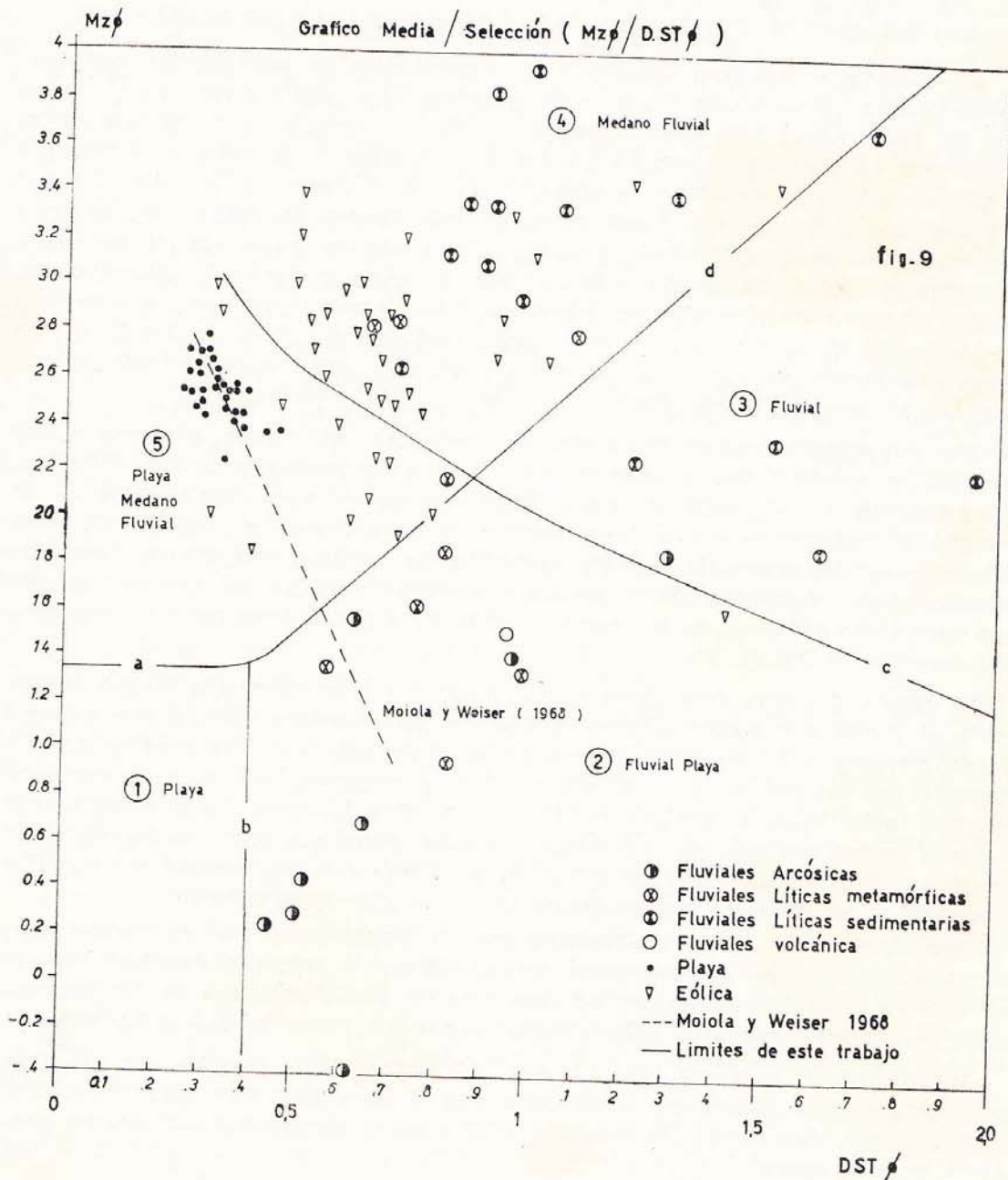
Finalmente el campo 5, limitado por "a", "c" y "d" incluye los tres tipos de sedimentos. Sobre esta zona advertimos que si bien una sola muestra fluvial nuestra ocupa este sector, la consulta bibliográfica parece indicar que su presencia es más común.

Debemos mencionar además, que hemos ubicado en la figura 9 el límite de separación río-playa de Moiola y Weiser (op. cit.). Es evidente que el citado límite es inadecuado a nuestros valores, puesto que pasa por el centro del agrupamiento de muestras de playa, y dejaría a la izquierda del trazo —zona de muestras de playa— sedimentos fluviales más gruesos. Tampoco se adecuan en forma precisa a nuestros puntos los límites eólico-fluvial y playa-fluvial presentados por Friedman en 1961 y 1967, respectivamente.

Por último, destacamos que las muestras fluviales sedimentarias tienen preferencia de ubicación por los campos 3 y 4, mientras las arcósicas, y en parte las metamórficas, tienden a presentarse en el 2.

### B. DESVIACION STANDARD/ASIMETRIA

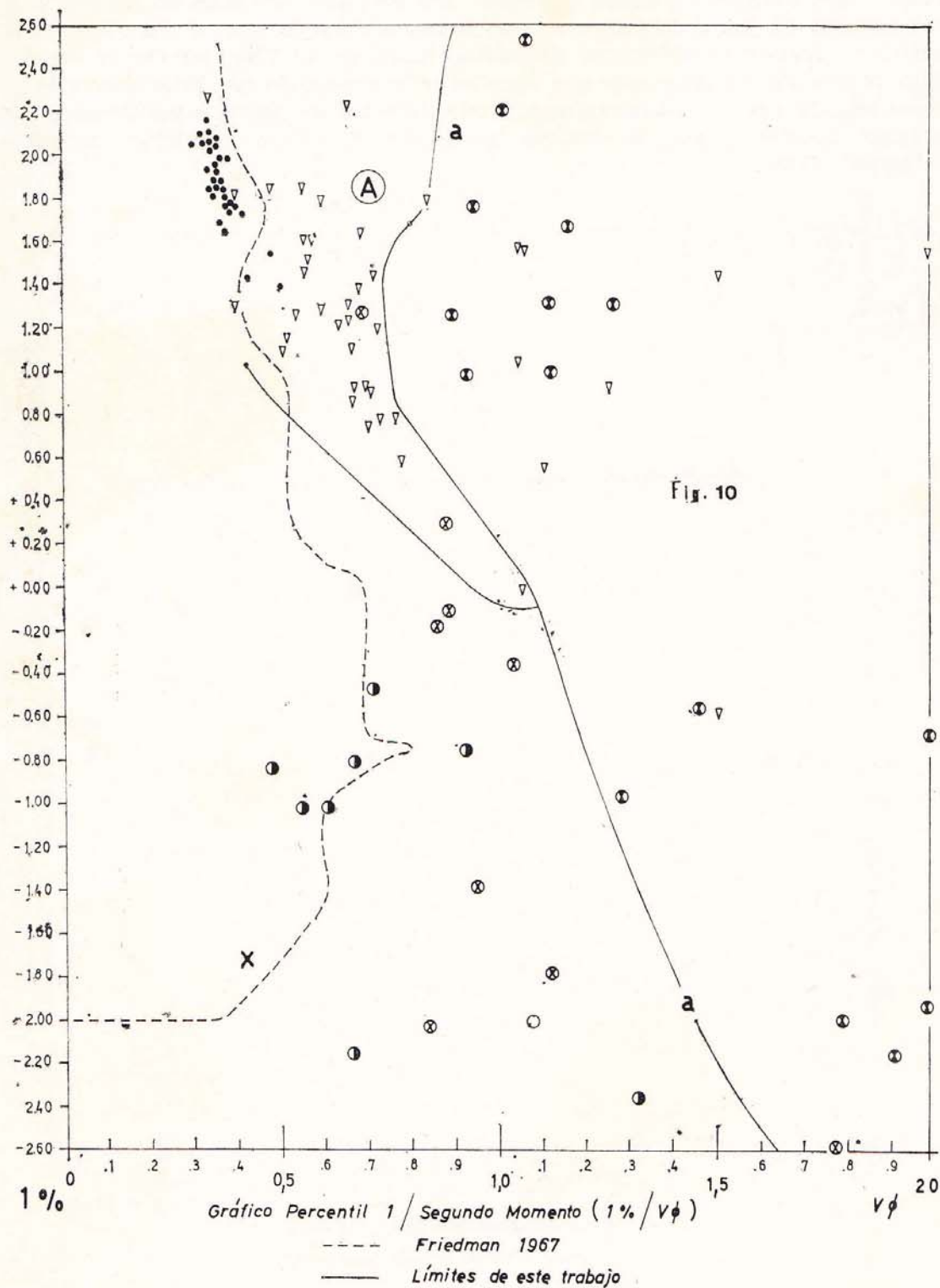
En este gráfico hemos advertido que el trazo playa-fluvial de Moiola y Weiser (1968) es en general efectivo en nuestro caso, pero sólo en función del grado de selección, aunque su función es sólo de divisor de zonas de predo-



minancia. Además, señalamos que en base a nuestros valores no se pueden distinguir arenas eólicas de playa como lo sostuviera Martins (1969), puesto que nuestras arenas litorales presentan asimetrías positivas principalmente.

### C. SEGUNDO MOMENTO/TERCER MOMENTO

Como fuera observado por Friedman (1967), la representación efectuada muestra mejor correlación con la selección que con la asimetría. Las líneas separadoras playa-fluvial presentadas en 1961 y 1967 por Friedman, delimitan en nuestros gráficos una zona de superposición de muestras de playa y fluviales.

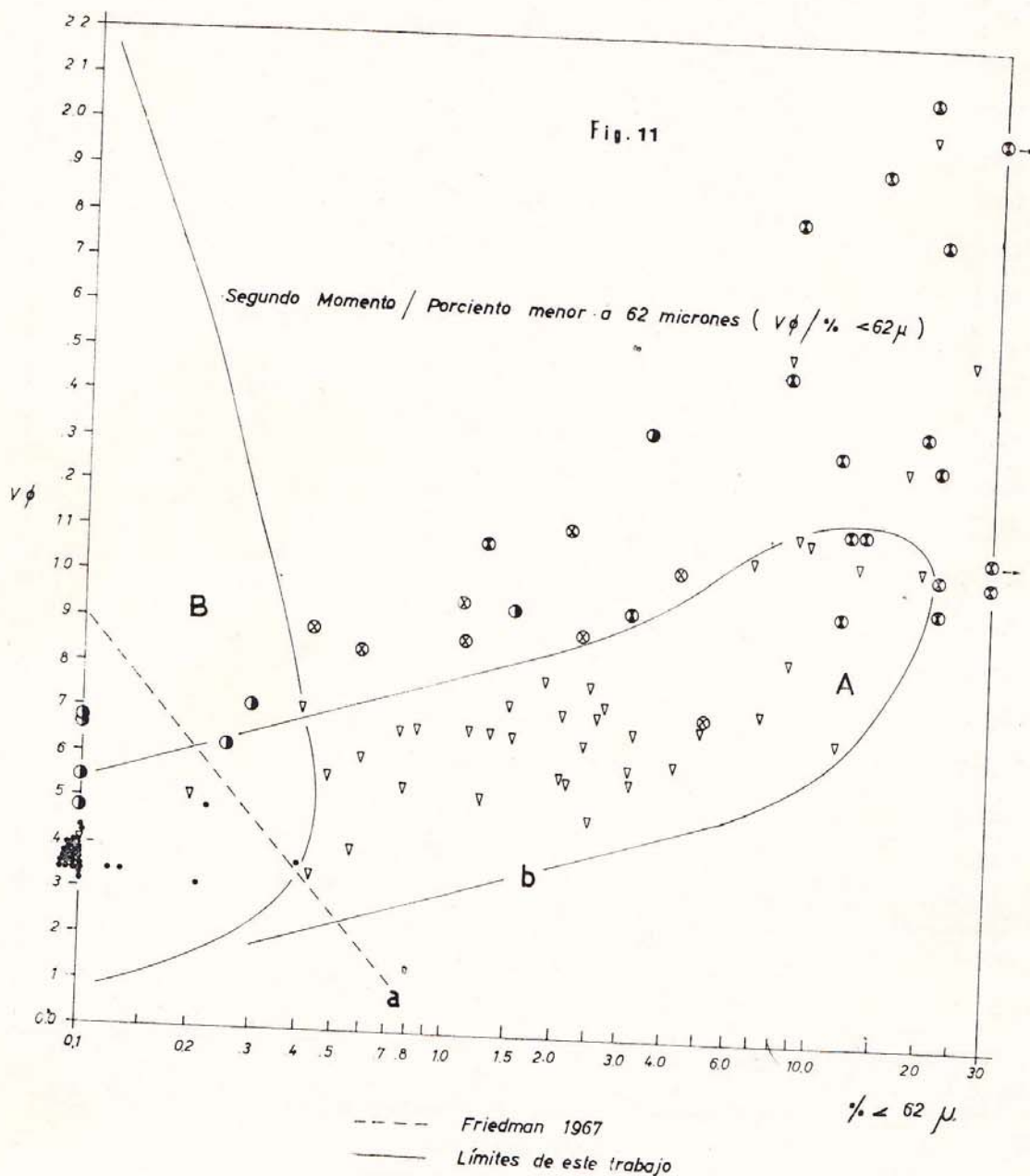


Esta zona de superposición desaparece prácticamente derecha e izquierda de los trazos, donde se ubican las muestras fluviales y de playa respectivamente. No obstante, por debajo de valores de aproximadamente 0,0 de asimetría, este campo de mezcla tiende a ensancharse considerablemente (cf. Svon, 1966).

Con relación a las eólicas continentales, es evidente su gran dispersión en el diagrama.

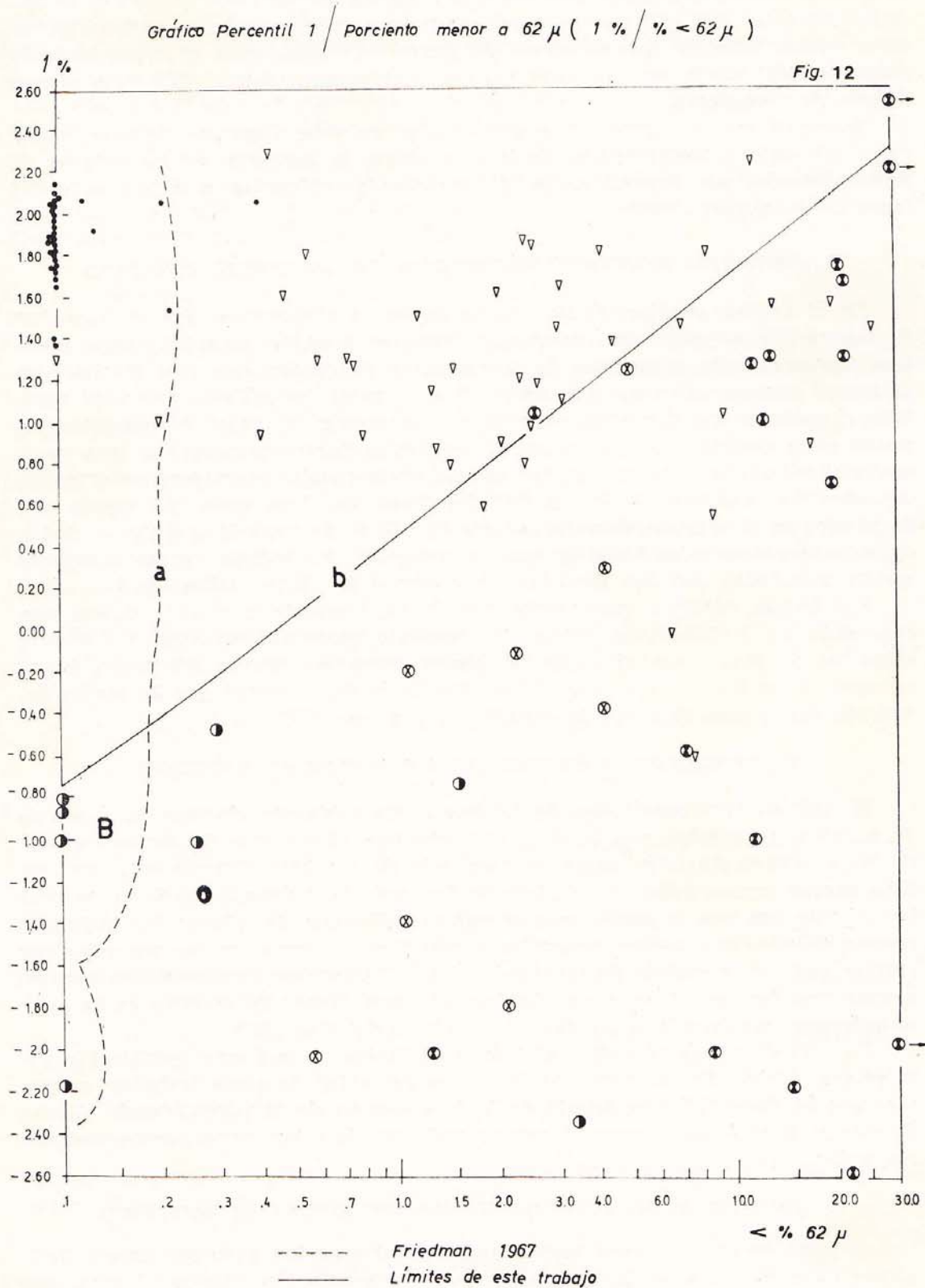
### C. DESVIACION CUBICA MEDIA/SEGUNDO MOMENTO

Se puede advertir que el trazo separador playa-fluvial (Friedman, 1961) se adecua perfectamente a nuestras arenas. Sin embargo, tomando en cuenta arenas gruesas de playa de Sevón (1966), hemos observado que se disponen en el extremo superior izquierdo del diagrama, fuera de su correspondiente campo. Esta disposición no hace más que corroborar lo expresado por Friedman (1967), en el sentido que las muestras menos seleccionadas de playa, especialmente las gruesas, tienden a adoptar valores de desviación cúbica negativos marcados (Mazzoni, 1973).



### D. PERCENTIL 1/SEGUNDO MOMENTO

En la figura 10 hemos emplazado la línea de separación fluvial-playa trazada por Friedman (1967) —trazo "x"—. Se observa para nuestras arenas la eficacia de esa traza en ese deslinde, a excepción de tres arenas fluviales de composición arcósica, que invaden el campo de playa. Este hecho, junto a al-



gunos altos coeficientes de selección para muestras de playa gruesas (Sevon, op. cit.; Martins et al., 1970), evidencia que el citado límite no es ubicuo por debajo de un valor de  $0,0 \phi$  de percentil 1. En cambio hacia diámetros más finos, hemos observado sólo excepcionalmente valores de desviación inferiores al del trazo.

Por nuestra parte, hemos delineado el campo de dispersión "A" de muestras eólicas continentales —del tipo "A" (cf. muestreo)—, al parecer intermedio en valores de selección para percentiles 1 semejantes de los otros grupos. A la derecha del trazo "a" sólo aparecen eólicas de tipo "B", y fluviales sedimentarias. Cabe señalar además, que el valor más grueso obtenido hasta el momento para eólicas es de  $0,60 \phi$ , por lo tanto valores más gruesos deben atribuirse a otro agente de transporte.

Debemos advertir finalmente que si bien en este diagrama parecen separarse las eólicas continentales de las de playa, la mayoría de los valores de dunas litorales que figuran en la bibliografía, las ubicarían a la izquierda del trazo de Friedman (1967).

#### E. SEGUNDO MOMENTO/PORCIENTO DE MATERIAL PELITICO

En el gráfico semilogarítmico de la figura 11 observamos que el trazo "a" de separación playa-fluvial (Friedman, 1967), es también apropiado para nuestras muestras; sólo se produce la transgresión de cuatro muestras fluviales en el sector correspondiente al de playa. Por su parte las eólicas, como así también el resto de las fluviales, evidencian incremento del valor de segundo momento para contenidos pelíticos crecientes. Sin embargo, para iguales tenores de material inferior a 62 micrones, las eólicas continentales presentan mejor grado de selección, y ocupan la franja "A" del diagrama. Esta zona "A" pierde algo de nitidez en el extremo derecho —cerca del 11 % de material pelítico—, donde como en gran parte de los diagramas comentados, las eólicas aparecen íntimamente mezcladas con las fluviales de composición lítica sedimentaria.

Por último, creemos conveniente mencionar, tomando en cuenta que se han observado en la literatura valores de segundo momento mayores a 0.9 para muestras de playa, que el trazo "a" puede presentar mayor pendiente, intersectando la ordenada a mayor altura. Por lo tanto, creemos que la mejor definición del campo de playa lo constituye el campo "B".

#### F. PERCENTIL 1/PORCIENTO DE MATERIAL PELITICO

El gráfico semilogarítmico de la figura 12, evidencia claramente a través de nuestros resultados, que la línea "b" adquiere el carácter de límite superior de las muestras fluviales, como consecuencia de sus bien diferenciados valores. Este campo, y especialmente el delimitado hasta la ordenada de 5 %, es muy improbable que sea ocupado por muestras eólicas y de playa; las primeras porque difícilmente pueden presentar percentiles tan gruesos; las segundas por carecer casi por completo de material pelítico. Las eólicas continentales parecen ocupar una franja más o menos horizontal, cuyo desarrollo penetra en la zona anteriormente asignada a las fluviales (eólicas del tipo "B").

En este diagrama el trazo "a" ilustra el límite playa-fluvial establecido por Friedman (1967). De acuerdo con los datos extraídos de otros trabajos, pensamos que la zona "B", por debajo de la intersección de "b" corresponde a zona de mezcla fluvial-playa, y no al campo exclusivo de playa como parece sostener ese autor.

#### G. PRIMER MOMENTO/CONTENIDO DE MATERIAL PELITICO

Se trata de un diagrama bastante similar al anterior, pero con menor definición de campos. Debe destacarse en esta representación semilogarítmica, que

las muestras fluviales quedan dispuestas muy aproximadamente por sobre una línea recta, debajo de la cual no aparecen muestras eólicas. Por su parte, las de playa no avanzan más a la derecha de una recta vertical a la altura del 0,2 % de material pelítico.

### CONCLUSIONES

En nuestra opinión, los distintos valores texturales determinados a lo largo de esta contribución no deben utilizarse por sí solos con fines determinativos, puesto que como se ha demostrado, la mayor parte de ellos presentan valores que pueden corresponder a cualquiera de los grupos ambientales aquí tratados. Con esta precaución de considerar que la mayoría de los rasgos individuales que enumeraremos a continuación tienen valor probabilístico más que absoluto, y teniendo presente que se desconoce con exactitud la influencia de la diagénesis en la textura, creemos que conjunto de observaciones texturales —como muchas de las que se propondrán a continuación— serán seguras indicadores del ambiente de depositación.

#### *Arenas de Playa.*

Distingue a este grupo la gran homogeneidad de valores texturales que han evidenciado nuestras muestras. Como se ha explicado, es probable que este rasgo resulte, por un lado, de la escasa distribución areal de nuestras muestras, y por el otro, de las condiciones dinámicas del ambiente, que imprime caracteres muy definidos a los sedimentos depositados en playa frontal. Este mecanismo es el responsable del déficit de finos, y alto grado de selección de las arenas de playa. Sin embargo, no confiere a nuestras muestras la típica asimetría negativa, hecho que atribuimos a la carencia de detrito grueso en el ambiente de sedimentación, ya que en otras partes del mundo han evidenciado su presencia.

Hemos comprobado además, que la eliminación del detrito bioquímico carbonático —que varía en nuestras muestras entre 3 y 12,7 %— no modifica substancialmente los valores estadísticos.

Las características más importantes del grupo son las que siguen:

- 1) Ausencia o muy baja participación de material pelítico.
- 2) Histogramas unimodales con moda muy marcada exclusivamente.
- 3) Moda siempre en arena fina, con porcentos de 65 a 93 (media: 82,8 %).
- 4) Predominancia de histogramas de 3 columnas (72 %), en el resto 2 columnas. La última columna de finos en el grado arena muy fina.
- 5) La suma de la moda más la admixtura más abundante es siempre mayor al 81 %; el promedio de 95 %.
- 6) Los acumulativos probabilísticos carecen prácticamente de segmento de suspensión.
- 7) Desarrollo de dos subpoblaciones de saltación en el 70 % de las muestras, con truncamiento entre 1,7 a 2,8  $\phi$ .
- 8) La pendiente del o los segmentos de saltación es siempre alta, variando entre 69 y 83 grados (promedio 78).
- 9) Los valores de tendencia central van de 2,0 a 2,85  $\phi$ , con máximo en 2,60. De acuerdo con otros estudios, pueden encontrarse valores más gruesos.



- 10) Las medidas de dispersión demuestran que predominan los términos muy bien seleccionados, seguidos por los bien seleccionados, que no sobrepasan valores de 0,5. Al respecto se señala que estos términos deben asignarse a arenas finas solamente puesto que la selección disminuye para depósitos más gruesos.
- 11) Predominan los grados simétricos y positivos de Folk y Ward (1957); los últimos exceden sólo excepcionalmente valores de 0,5.
- 12) El cuarto momento indica que todas las muestras de playa se emplazan entre 2,5 y 5,25, con máxima concentración en 3,25.
- 13) La desviación cúbica media de las muestras de playa es muy cercana a 0,0 —valor más común— y varía de -0,05 a 0,10.
- 14) No se han registrado valores más finos a 2,16  $\phi$  de percentil 1.
- 15) En los gráficos medidas de tendencia central/medidas de dispersión (fig. 9) ocupan con exclusividad el campo 1, junto con fluviales el 2 y con fluviales y eólicas el 5. No aparecen en ningún caso en el 3 y 4.
- 16) Ocupan predominantemente el campo situado a la izquierda del trazo de Friedman (1961) del gráfico asimetría/desviación standard.
- 17) Emplazamiento a la izquierda del trazo —con alguna variación— de Friedman (1967) en la dispersión segundo momento/tercer momento.
- 18) Distribución en una zona elongada con centro en un valor de 2,5  $\phi$  de media y de 0,0 de desviación cúbica en el gráfico primer momento/desviación cúbica media.
- 19) A la izquierda del trazo "x" junto con eólicas litorales en el gráfico percentil 1/segundo momento (fig. 10).
- 20) Ocupan el campo a la izquierda del trazo "a" en el diagrama segundo momento/porcentaje menor a 62 micrones (fig. 11), y no transgreden hacia la derecha el trazo en forma de cuña del diagrama.
- 21) Siempre a la izquierda del trazo "b" de la dispersión percentil 1/porcentaje menor a 62 micrones (fig. 12). En esta zona se entremezclan con escasas eólicas, y con algunas fluviales arcólicas gruesas.
- 22) Siempre a la izquierda del trazo vertical (alrededor del 0,2 % de material menor a 62 micrones) del gráfico percentil 1/porcentaje menor a 62 micrones.

#### *Arenas eólicas continentales.*

En general, los rasgos texturales de este grupo responden a la baja competencia y alto poder selectivo de este agente, que imprime a sus depósitos distribuciones por lo general simétricas o ligeramente positivas. Sin embargo, un número importante de arenas se alejan del comportamiento esperado, especialmente en lo que se refiere a su grado de selección, por los altos valores que presentan. Estas muestras están representadas por arenas eólicas descriptas en el capítulo de muestreo como del tipo "B". Estas muestras se caracterizan además por presentar segmentos de suspensión más voluminosos y altos valores de curtosis, por citar los más salientes. Creemos que este hecho novedoso debe merecer una investigación específica. Por su parte, las eólicas de tipo "A" presentan caracteres texturales acordes con los antecedentes bibliográficos.

Los rasgos que consideramos más salientes para el grupo son:

- 1) Carencia de material psefítico. El contenido medio pelítico es ligeramente mayor en las arenas de composición tobácea.
- 2) Los histogramas son siempre unimodales, con predominio de modas marcadas y poco marcadas.
- 3) Moda en arena fina y muy fina, variando su volumen entre 31 y 74 %.
- 4) De 3 a 6 columnas de distribución, casi la mitad de 4. La última columna de finos está emplazada en el 83 % de las veces en grados menores a arena muy fina.
- 5) Moda más admixtura abundante siempre mayor al 58% (promedio 83%).
- 6) El límite grueso de los histogramas no supera el valor de 0,0  $\phi$ .
- 7) El segmento de saltación representa cerca de dos tercios del total del sedimento; el resto corresponde en promedio a tracción. El máximo registrado en suspensión es de 13 %.
- 8) La selección del segmento de saltación es buena (media de 66, extremos 55 y 80 grados).
- 9) En general, la selección del segmento de tracción es buena y supera en muchos casos la pendiente del segmento de saltación.
- 10) No se registran valores de tendencia central menores a 1,45  $\phi$ . El diámetro más frecuente es de 2,9  $\phi$ .
- 11) Máximo de muestras en el grado moderadamente bien seleccionado, seguido por bien seleccionado y moderadamente seleccionado.
- 12) Predominan los tipos simétricos seguidos por los positivos. Los valores de tercer momento tienen máxima concentración entre 0,30 y 0,60.
- 13) El máximo modal del cuarto momento cerca de 2,75, valor al parecer exclusivo de este grupo.
- 14) Salvo dos excepciones, las eólicas presentan percentiles 1 más finos a 0,5  $\phi$ , con un valor medio de 1,23.
- 15) En los gráficos medidas de tendencia central/de dispersión (fig. 1) ocupan los campos 4 y 5 junto con las de playa y fluviales respectivamente. La línea "a" - "d" constituye su límite de extensión.
- 16) Las del tipo "A" se ubican preferentemente en el sector central-inferior del gráfico segundo momento/desviación cúbica media.
- 17) En el gráfico segundo momento/porcentaje menor a 62 micrones (fig. 11) se distribuyen salvo pocas excepciones, dentro de la franja "A".
- 18) Fuera del campo "B", y hasta la ordenada del 5 % del gráfico percentil 1/porcentaje menor a 62 micrones (fig. 12).

#### *Arenas fluviales.*

Este conjunto de muestras, de por sí muy heterogéneo por las variables condiciones dinámicas de los cursos, ha mostrado la amplia influencia de la composición mineralógica de las arenas en sus caracteres texturales. En consecuencia hemos asignado fundamental importancia a la naturaleza de las

rocas drenadas en la cuenca hídrica, que además pueden presentar falencias o déficit en la provisión de determinadas granulometrias, que complican aún más la formulación de modelos de comparación para este difícil grupo.

Como ya fuera comentado, el agrupamiento de los caracteres texturales según la composición de la arena —arcósica, lítica sedimentaria o lítica metamórfica— ha sido provechosa, puesto que ha dado lugar a la formación de grupos bastante contrastados en cuanto a propiedades texturales, cuyo tratamiento ha sido abordado en capítulos anteriores. Por lo tanto, y con la intención de simplificar el conjunto de observaciones, enumeraremos a continuación los caracteres de todas las arenas fluviales estudiadas.

- 1) Presentan generalmente fracción pelítica (excepto las arcósicas) y psefitica.
- 2) El 85 % de los histogramas son unimodales; el resto presentan más de una moda. Predominan los tipos con moda poco marcada (63,7 %) y marcada.
- 3) Ubicación de la moda en cualquier grado arenoso, con porcentajes que van de 33 a 68 (promedio 46,1).
- 4) El número de grados granulométricos varía de 6 a 10, predominando los de 6 grados (a escala  $1/2 \phi$ ).
- 5) La adición de la moda más la admixtura más abundante fluctúa entre 53 y 93 %, con una media de 73,9 %.
- 6) En todas las muestras se ha verificado la presencia de segmentos de tracción.
- 7) Baja selección de la población en suspensión (media. 24 grados, extremos 4 y 42).
- 8) La selección del segmento de saltación, en promedio, es baja (45 grados).
- 9) La reptación aparece representada casi la mitad de las veces por más de una subpoblación, con pendientes medias de 51 grados.
- 10) Los valores de tendencia central van de arena muy fina a muy gruesa sin manifestar predominio de ningún grado.
- 11) Las medidas de dispersión señalan predominio de arenas moderadamente seleccionadas; los tipos pobremente y moderadamente bien seleccionados son comunes.
- 12) El segundo momento es mayor a 0,45, con máxima concentración entre 0,85 y 1,15.
- 13) Tipos de distribución simétricos y positivos, raros negativos.
- 14) Predominio de tipos leptocúrticos y muy leptocúrticos; faltan los platicúrticos. Los más altos valores de cuarto momento (máximo entre 4,0 y 5,0).
- 15) Percentil 1, en promedio, más grueso ( $-0,39 \phi$ ).
- 16) En los gráficos medidas de tendencia central\*medidas de dispersión (fig. 9) ocupan con exclusividad el campo 3, con playa el 2 y con eólicas el 4. Sólo excepcionalmente ocupan el campo 5.
- 17) Salvo algunas arcósicas, se disponen a la derecha del trazo de Friedman (1961) en la dispersión segundo momento\*tercer momento.
- 18) Se ubican a la derecha del trazo de Friedman (1967) en el gráfico segundo momento/desviación cúbica media.
- 19) En el gráfico percentil 1/segundo momento (fig. 10) a la derecha del trazo "a", por encima de un valor  $0,5 \phi$  de percentil 1. Para valores de este parámetro más gruesos, su campo de distribución se superpone con playa a la derecha del trazo "a", pasando a ser campo prácticamente exclusivo de arenas de río a la derecha de esa línea.

20) Su área de distribución en el diagrama segundo momento/porcentaje menor a 62 micrones (fig. 11) es principalmente el sector por encima y por derecha de la zona "A".

21) En el gráfico percentil 1/porcentaje menor a 62 micrones (fig. 12) se ubican siempre por debajo del trazo "b", junto con algunas eólicas continentales (del tipo "B") en la parte superior derecha del diagrama.

#### BIBLIOGRAFIA

- BAGNOLD, R. A., 1941. — *The physics of blown sand and desert dunes*. W. Morrow 265 pp. N. Yerk.
- 1966. — An approach to the sediment transport problem from general physics. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 422-1:11-137.
- BAKER, R. A. 1968. — Kurtosis and peakedness. *Jour. Sed. Petrol.* 38 (2): 679-680.
- BEALL, A. D. 1970. — Textural differentiation within the fine sand grade. *Jour. Geol.* 73 (1): 77-94.
- CHAPPELL, J. 1967. — Recognizing fossil strand-lines from grain size analyses. *Jour. Sed. Petrol.* 37 (1): 157-165.
- CHEN, P. Y. 1968. — A modification of sandstone classification. *Jour. Sed. Petrol.* 38 (1): 54-60.
- DESIO, A. 1949. — *Geologia applicata all'ingegneria*. U. Hoepli 851 pp. Milán...
- DOEGLAS, D. J. 1946. — Interpretation of the results of mechanical analysis. *Jour. Sed. Petrol.* 16 (1): 19-40.
- FOLK, R. L. 1962. — Of skewness and sands. *Jour. Sed. Petrol.* 32 (1). 145-146.  
— 1966. — A review of grain size parameters. *Sedimentology* 6: 73-93.
- y WARD, W. C. 1957. — Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Jour. Sed. Petrol.* 27 (1): 3-26.
- FRIEDMAN, G. M. 1961. — Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics. *Jour. Sed. Petrol.* 31 (4): 514-522).
- 1967. — Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. *Jour. Sed. Petrol.* 37 (2): 327-355.
- FULLER, A. A. 1961. — Size distribution characteristics of shallow marine sands from Cape of Good Hope. South Africa. *Jour. Sed. Petrol.* 31 (2): 256-261.
- 1962. — Systematic fractionation of sand in the shallow marine and beach environment off South Africa coast. *Jour. Sed. Petrol.* 32 (3): 601-606.
- GILBERT, G. K. 1914. — The transportation of debris by running water. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.* (86) 263 pp.
- HALLS, J. R. y HOYT, J. H. 1969. — The significance and limitations of statistical parameters for distinguishing ancient and modern sedimentary environments of the Lower Georgia Coastal plain. *Jour. Sed. Petrol.* 39 (2): 559-580.
- HJULSTROM, F. 1939. — Transportation of detritus by moving water. *Recent Marine Sediments Symposium*. Am. Assoc. Petrol. Geol.: 5-31.

- KRUMBEIN, W. C. 1938. — Size frequency distributions of sediments and the normal phi curve. *Jour Sed. Petrol.* 28 (2): 84-90.
- y PETTIJOHN, F. J. 1948. — *Manual of sedimentary petrography*. Appleton & Co. 549 pp. N. York.
- y TISDEL, V. 1940. — Size distribution of source rocks of sediments. *Am. Jour. Science* 238: 296-305.
- CHIOZZA, E. M., y GONZALEZ VAN DOMSELAAR, Z. 1958. — *La Argentina suma de geografía. 2*. Peuser, Buenos Aires.
- LIMOUSIN, T. 1956. — Los sedimentos psamíticos actuales de la región costanera comprendida entre Faro Recalada y Punta Asunción. *Mus. La Plata, tesis* 234.
- MARTINS, L. R. 1956. — Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. *Jour. Sed. Petrol.* 35: 768-770.
- 1967. — Aspectos texturais e deposicionais dos sedimentos praias e eólicos da planície costeira del Río Grande do Sul. *Esc. Geol. Porto Alegre, publ. esp.* 13.
- GAMERMANN, N.; SCHEIBE, L. F. y TEXEIRA, U. H. 1970. — Sedimentología da ilha de Santa Catarina. I areais praias. *Esc. Geol. Porto Alegre publ. esp.* 18.
- MAURIÑO, V. E. 1956. — Los sedimentos psamíticos actuales de la región costera comprendida entre Faro Recalada y Faro Monte Hermoso. *LEMIT, publ. 61 ser. II:* 1-35.
- MAZZONI, M. M. 1973. — El uso de medidas estadísticas texturales en el estudio ambiental de arenas. *Mus. La Plata, tesis* 311.
- MC CAMMON, R. B. 1962. — Moment measures and the shape of size distributions. *Jour. Geol.* 70: 89-92.
- MC EWEN, M. C.; FESSENDEN, F. W. y ROGERS, J. W. 1959. — Texture and composition of some weathered granites and slightly transported arkosic sands. *Jour Sed. Petrol.* 29 (1): 24-42.
- MOICIA, R. J. y WEISER, D. 1968. — Textural parameters: an evaluation. *Jour. Sed. Petrol.* 38 (1): 45-53.
- MOSS, A. J. 1962. — The physical nature of common sandy and pebbly deposits. Part I. *Am. Jour. Science* 260: 337-373.
- 1963. — The physical nature of common sandy and pebbly deposits. Part II. *Am. Jour. Science* 261: 297-343.
- OTTO, G. H. 1939. — A modified logarithmic probability graph for the interpretation of mechanical analyses of sediments. *Jour. Sed. Petrol.* 9: 62-76.
- PASSEGA, R. 1957. — Texture as characteristic of clastic deposition. *Bull. Am. Assoc. Petroleum Geol.* 41 (9): 1962-1984.
- ROGERS, J. W. 1959. — Detection of lognormal size distributions in clastic sediments. *Jour Sed. Petrol.* 39 (3): 402-407.
- ROYSE, CH. F. 1968. — Reconognition of fluvial environments by particle size characteristics. *Jour Sed. Petrol.* 38 (4): 1171-1178.
- SAHU, B. K. 1964. — Depositional mechanism from the size analyses of clastic sediments. *Jour Sed. Petrol.* 34 (1): 73-84.

- SEVON, W. D. 1966. — Distinction of New Zealand beach, dune and river sands by their grain-size distribution curves. *N. Zeal. Jour. Geol. Geoph.* 9: 211-226.
- SHEPARD, F. y YOUNG, R. 1961. — Distinguishing between dune and beach sands. *Jour. Sed. Petrol.* 31 (2): 196-214.
- SPENCER, D. W. 1963. — The interpretation of grain size distribution curves of clastic sediments. *Jour. Sed. Petrol.* 33: 180-190.
- TANNER, W. F. 1959. — Sample components obtained by the method of differences. *Jour. Sed. Petrol.* 29 (3): 408-411.
- 1964. — Modification of sediment size distributions. *Jour. Sed. Petrol.* 34 (1): 156-164.
- TERUGGI, M. E. 1949. — Contribución a la psamografía argentina. Las arenas de Mar de Ajó. *Notas Mus. La Plata* xvi, Geol. 61: 404-441.
- 1959. — Las arenas de la costa de la provincia de Buenos Aires entre Cabo San Antonio y Bahía Blanca. *Lemit*, ser. II, 77.
- 1964. — Las arenas de la costa de la provincia de Buenos Aires entre Bahía Blanca y Río Negro. *Lemit*, ser. II, (81): 1-54.
- y ROSSETTO, M. 1963. — Petrología del Chubutiano del codo del Río Senguerr. *Bol. Inf. Petrol.* 354: 18-35.
- TORANZOS, F. I. 1968. — *Estadística*. Ed. Kapelusz, 377 pp. Bs. As.
- VISHER, G. S. 1965. — Fluvial processes as interpreted from ancient and recent fluvial deposits. In Middleton, G. V. ed., *Soc. Econ. Pal. and. Mineral., spec. publ.* 12: 116-132.
- 1969. — Grain size distributions and depositional processes. *Jour. Sed. Petrol.* 39 (3): 1074-1106.
- WALGER, E. 1962. — Die Korngrößenverteilung von Einzellagen sandiger sedimente und ihre genetische Bedeutung. *Geol. Rundsch.* 51: 555-563.
- WILLIAMS, H., TURNER, F. J. y GILBERT, C. M. 1954. — *Petrography*. Freeman, 496 pp. S. Fco.