

Tesis de Posgrado

Los sedimentos modernos del Río de la Plata exterior

Urien, Carlos María

1967

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Urien, Carlos María. (1967). Los sedimentos modernos del Río de la Plata exterior. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1306_Urien.pdf

Cita tipo Chicago:

Urien, Carlos María. "Los sedimentos modernos del Río de la Plata exterior". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1967.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1306_Urien.pdf

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

LOS SEDIMENTOS MODERNOS DEL RIO DE LA PLATA EXTERIOR

Tesis para optar al título de Doctor en Geología

Carlos María Urien

-1967-

1306

RESUMEN

El río de la Plata Exterior es una extensa región que llega a alcanzar un ancho de 200 km, con un suave fondo que se extiende, sin discontinuidad, en la Plataforma continental vecina.

Los únicos contrastes en esta región son los bancos interiores, Arquitecto, Inglés y Reush y la existencia de un "canal natural" que contornea la costa Uruguaya y se prolonga dentro de la Plataforma continental.

Los agentes oceánicos se manifiestan dentro de esta región con sus mareas, corrientes de marea y salinidad y olas pero limitados por la escasa profundidad del río. Además la acción meteorológica modifica sensiblemente tanto el comportamiento de estos agentes marinos como la descarga fluvial.

Las texturas sedimentarias en los sectores lindantes con la costa norte y sur del río son polimodales, producto de la gran sedimentación fluvial. En bahía Samborombón hay una morfología y sedimentación propia de dicho ambiente. En la costa norte hay mayor libertad de movimiento del agua fluvial y marina, allí existe un ambiente flujomarino que incluso se extiende dentro de la Plataforma continental en la sección norte siguiendo el canal natural que hay dentro de la Plataforma continental interior.

Los sedimentos que se extienden a lo largo de las costas norte y sur del río exterior son finos: limos arcillosos, arcillas limosas y arcillas limo-arenas. Estos sedimentos son enteramente de proveniencia fluvial depositados por la pérdida de competencia del río y la acción electrolytica del agua marina que actúa sobre el material transportado en suspensión.

Los limos están constituidos principalmente por plagioclasas y vidrio volcánico, le sigue el cuarzo, fragmentos líticos y minerales pesados del tipo angita e hipersteno. La arcilla está formada por illite-escolinita y en menor grado montmorillonita. Todos estos ejemplos son típicos en la suite sedimentaria del Uruguay de Bz. Aa.

Los sedimentos finos son aportados por la descarga fluvial de una cuenca que alcanza a tener 1.170.000 Km² y vierte un volumen líquido promedio de 20.000 m³/seg, con una carga só-

////

-2-

lida en suspensión del orden de 50 a 100 mg/l. Este material es intermitentemente volcado a la región exterior, en forma de "nubes fangosas" y con mayor libertad por el sector norte incluso hasta dentro de la propia Plataforma continental en concentraciones del orden de 100 a 200 mg/l.

Desde la Plataforma continental se extiende dentro de la región un cuerpo arenoso en forma de manto. Son arenas con Md de 0.25 a 0.12 mm (3 ϕ y 2 ϕ), bien seleccionadas y similares a las que hay en la Plataforma continental y costa Bonaerense. Los minerales más típicos son plagioclasas, las pastas volcánicas, cuarzo y feldespato, los minerales pesados son escasos y se destaca la augita, hipersteno, hornblenda y opacos en general. La mica y glauconita está ausente o es sumamente escasa. Estos minerales son originarios de la suite Pumpeano-Patagónica.

Hacia el norte del río hay una notable variación en interacción de ejemplares típicos del basamento uruguayo brasileño. cuarzo, feldespato, granates, etc.

Sobre la plataforma vecina existen sedimentos más gruesos (Md 0.50 a 1.0 mm.) que el resto de las arenas, debido a la presencia de fragmentos calcáreos y de conchas, ellos se disponen en forma de franja paralela a la desembocadura del río y son relictos de antiguas líneas de costa o isla de barrera. En el presente trabajo se postula la hipótesis de que las arenas son originariamente marinas y exclusivamente transportadas en las proximidades de la costa, en particular por efecto de la "derivación litoral" por acción del oleaje. Las arenas que cubren esta región son de tipo transgresivo, producto del sucesivo avance de líneas de playa durante la "ingresión holocena".

Liien

CONTENIDO

I. INTRODUCCION:

1.2 AGRADECIMIENTOS.

II. GENERALIDADES:

2.1. CARACTERISTICAS DE LA CUENCA:

a) Rio de la Plata Superior.

b) Rio de la Plata Medio.

c) Rio de la Plata Exterior.

2.2. RIO DE LA PLATA EXTERIOR.

2.3. GEOLOGIA LITORAL.

2.4. GEOMORFOLOGIA LITORAL.

2.5. BATIMETRIA:

2.5.1. Bancos.

2.5.2. Canales.

2.6. FISIOGRAFIA DEL FONDO DEL RIO.

III. OCEANOGRAFIA FISICA:

3.1. MAREAS.

3.1.1. Marea Diurna.

3.1.2. Marea de Salinidad.

3.2. CORRIENTES.

3.2.1. Corrientes de Marea.

3.2.2. Corrientes de Derrama.

3.2.3. Corriente Oceánica.

3.2.4. Corrientes litorales y Deriva litoral.

3.2.5. Vientos.

3.3. OLAS.

IV. ESTUDIO DE LOS SEDIMENTOS DEL RIO DE LA PLATA EXTERIOR:

4.1. TECNICA DE EXTRACCION Y METODOS DE ANALISIS FUNDADOS.

4.1.1. Extracción de las Fracciones.

4.1.2. Análisis Granulométricos.

4.1.3. Análisis Mineralógico.

4.1.4. Estudio de la Fracción Gruesa.

4.1.5. Análisis Químico de los Sedimentos.

4.2. CLASIFICACION GENERAL DE LOS SEDIMENTOS.

4.2.1. Fango.

4.2.2. Arena y Fango.

4.2.3. Arena.

4.2.4. Arena con conchilla y/o tosca.

4.3. PARAMETROS ESTADISTICOS.

4.4. TEXTURAS SEDIMENTARIAS.

4.4.1. Arcilla Limosa.

4.4.2. Arcilla.

4.4.3. Arena Arcillosa, Lima Arenosa, Arena Limosa, Arcilla Arenosa.

4.4.4. Arena.

4.5. CONSTITUYENTES DE LA FRACCION GRUESA.

4.5.1. Terrígenos.

a) Minerales Livianos.

b) Minerales Pesados.

4.5.2. Biógenos.

4.5.3. Constituyentes ambientales (fracción gruesa).

4.6. DESCRIPCION DE LAS FAUCES Y SUS AMBIENTES.

4.6.1. Fluvio-marina.

i Fluvial.

ii Fluvio-marino.

iii Bahía Interior.

iv Desembocadura de Bahía.

v Arenas Antiguas de Playa (transgresiva).

vi Arenas Antiguas de Playa (bajofondos).

vii Arenas de Playa (fluvial).

4.6.2 Marino.

i Zona Prelitoral.

ii Plataformas Interior.

4.7. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SEDIMENTOS.

4.7.1. Porcentaje de Insoluble.

4.7.2. Carbonato de Calcio.

4.7.3. Materia Orgánica de la Fracción fina.

4.8. ASPECTOS DE LOS SEDIMENTOS FINOS DEL RÍO DE LA PLATA EXTERIOR.

4.8.1. El Material en suspensión.

a) Río de la Plata Exterior.

b) Río de la Plata Exterior.

4.8.2. Constituyentes del Material en suspensión.

4.8.3. Los sedimentos finos de fondo.

4.8.4. Constituyentes de la fracción fina.

a) Arcillas.

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

VI. BIBLIOGRAFÍA

VII. ANEXO: Principales datos obtenidos en este estudio.

CUADRO II - Numeración y Ubicación de las Principales muestras estudiadas.

" III - Datos granulométricos y estadísticos.

" VI - Porcentaje de Minerales pesados.

VI' - Minerales livianos.

VII - Valores de Salinidad y Material en suspensión.

VIII - Composición Mineralógica de la fracción arcilla.-

I. INTRODUCCION:

Las desembocaduras al mar de los grandes rios han sido y son objeto en todo el mundo de detallados estudios, por su gran interés científico y técnico.

Generalmente estas desembocaduras están vinculadas con los accesos a puertos y arterias de sistemas fluviales navegables en gran extensión, una de las principales razones de su estudio dado es el gran embalsamiento de sus canales, la necesidad de protección de costas o bien como en el caso del río Ebin para ganar tierras bajas y anegables al mar mediante la construcción de diques.

En estas zonas se produce una transición de ambientes y no un límite neta entre el ámbito continental y marino.

Así, que en cada caso, es necesario realizar un estudio típico que se adapte a las condiciones ambientales de esa región.

La acción oceánica se manifiesta en estas regiones por los efectos de la marea que puede propagarse varios kilómetros dentro de la parte fluvial, pudiendo estar o no acompañada por un ingreso de agua salada.

Con el reflujo, la acción fluvial predomina y se produce una descarga de aguas dulces incluso dentro del mar. De esta manera se producen variaciones físico-químicas en la región de la desembocadura de estos rios que afecta la características de las aguas y por ende el transporte de sedimentos en suspensión del río, la biología, etc. Ello variará de acuerdo con las diferentes regiones del mundo, creándose así ambientes con rasgos típicos que los caracterizan.

Geológicamente estos presentan interesantes problemas de estudio que basándose en el principio del "actualismo" per-

se pueden reconocer e interpretar antiguos ambientes mixtos, en algunos casos denominados estuarios, dada su vinculación con los fenómenos marinos. La ubicación de éstos en la región continental, a través de pasado geológico, ha dejado rastros muy importantes que también son objeto de estudio. El Río de la Plata es un caso muy particular en su género, dado su extenso tamaño, especialmente en su desembocadura, presentándose así una extensa gama de ambientes sedimentarios y fisiográficos en toda su extensión.

El río tiene 3 regiones denominadas: superior, medio y exterior. El presente trabajo tratará sobre ésta última.

Ella se extiende a partir de la línea que une al Cabo Punta Piedras con Montevideo (Fig. 1) hacia el este, hasta alcanzar la línea que une Punta Rasa, en la Argentina, con Punta del Este, en el Uruguay. Allí el río alcanza 210 Km de ancho y está el límite convencional del mismo.

En esta región se pierden, en gran parte, las características netas de río, para asemejarse a una gran escotadura con aguas semi-dulces y con poca profundidad, en particular al sudoeste, en la bahía de Samborombón.

En este gran plano de agua se producen fenómenos muy especiales y contrastes, donde la marea oceánica, los vientos, las corrientes y las aguas marinas y fluviales desempeñan un importante papel.

La región del río de la Plata se halla en una latitud donde hay una transición climática debida a cambios direccionales de vientos, convergencia de corrientes oceánicas, etc. La combinación de estos fenómenos desempeña una importante acción sobre la dinámica de la sedimentación de este gran río. Desde el punto de vista de la definición clásica de estuario,

Guicher, 1963 "... desembocaduras fluviales donde se hacen sentir los efectos de las mareas...", es un poco difícil ubicar estrictamente al Río de la Plata, ya que en él se desarrollan fenómenos mucho más complejos debido, en particular, a su gran tamaño. Es por ello que Cheboteroff (1965) lo describe así:

"El Río de la Plata es un elemento costero intercalado en la línea general de costa y con conexión al mar".

Ritchard (1952) describe 3 tipos de estuarios desde el punto de vista geomorfológico; a) Estuario de Planicie; b) Estuario de Fijado; c) Estuario de laguna "lagunar".

El Río de la Plata actualmente concuerda con el primer tipo, es decir que se lo puede considerar como una gran Planicie Costera cubierta por el mar Holoceno, (Fronguelli, 1952). Este punto será ampliado en el último capítulo.

Dentro de este río se desplaza la zona astronómica modificada enormemente por el viento, ella es acompañada por agua marina, la que produce, en particular al norte del río, cambios verticales de salinidad.

Esto ya es una cosa común en otros estuarios como en la Tees, Gironde, Congo, San Lorenzo, Rhin, etc. La principal diferenciación con ellos es su extrema anchura en su conexión con el mar (230 Km), que permite el movimiento de aguas muchas veces independiente en sus márgenes, creándose así en ellas, variaciones no solo verticales sino también en sentido horizontal. La clasificación oceanográfica es más compleja ya que el conocimiento de estos fenómenos son escasos. Se puede adelantar que si bien existe influencia oceánica, ella es modificada considerablemente por los fenómenos meteorológicos (vientos) y la variación de los volúmenes de descarga fluvial, que dependen principalmente de las precipitaciones en la parte superior de la cuenca.

Todo esto indicaría que si bien en el Río de la Plata exterior se desarrollan fenómenos estuarinos ellos son muy conspicuos, por lo que lo excluyen de la estricta clasificación de estuario.

El presente trabajo es presentado por el autor ante la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales como tesis para optar el título de Doctor en Geología. Dicho estudio que se ha realizado en el Dto. de Geología ha sido patrocinado por el Servicio de Hidrografía Naval, de la Armada Argentina, en donde se realizaron los análisis de las muestras.

Este trabajo tiene el fin de reunir toda la información existente acerca de los sedimentos del río exterior y de las influencias dinámicas ejercidas por diferentes agentes sobre ellos, como también de los lineamientos costeros.

La descripción de los eventos de esta región intenta acrecentar algo más sobre el conocimiento de regiones tan particulares, como son las desembocaduras al mar de los grandes ríos.

1.2

AGRADECIMIENTOS:

El autor desea agradecer al Cap. de Navío E. Daviou, jefe del Servicio de Hidrografía Naval y al Cap. de Navío (R) Luis Carrero, ex jefe del Servicio, quienes apoyaron la iniciación, como también el desarrollo de estos estudios sin cuya ayuda hubiera resultado imposible la obtención de muestras y datos oceanográficos como tampoco el análisis de los mismos.

Agradezco también al Profesor Ottmann de la Univ. de Nantes (Francia), quien inicialmente dió los lineamientos generales de este trabajo y supervisó en gran parte.

////

A los Dres. Cortesani, Dillorenzo y Fabaro por la colaboración en algunos análisis, como también a los Licenciados Mounse y Arsidíaco y los Dres. Leveratto, Randich y Lah por su colaboración en tareas de gabinete.

Debo destacar también la colaboración y valiosas ideas dadas por el Dr. Patrick Delaney de la Unive de Rio Grande do Sul y Coastal Studies Institute, con quien se intercambiaron valiosas ideas referentes a los aspectos morfológicos del litoral.

Agradezco también al Dr. J. Curray de la Scripps Oceanographical Institution (Univ. de California), por sus sugerencias e ideas sobre este estudio.

A los Dres. M. Ewing y J. Bray del Instat Geological Observatory (Univ. de Columbia), por el suministro de algunos datos de testigos de la plataforma continental.

También agradezco al Sr. A. Kingran por la lectura y opiniones dadas sobre este trabajo.

Finalmente, quiero expresar mi agradecimiento al Sr. J. Pellonki quien me alentó y orientó en el transcurso de mis estudios y en especial de esta tesis.

A todos aquellos colegas, profesores y amigos que tanto me han alentado, muchas gracias.

2. GENERALIDADES:

La región estudiada está comprendida entre los $34^{\circ}40'$ y $36^{\circ}55'$ de latitud sur, cubriendo una superficie de 20.118 Km^2 aproximadamente. El cuadro I da los principales valores climáticos-geográficos e hidrográficos.

ANEXO I

RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

CONDICIONES

Extensión de la zona

Superficie exterior completa (agua y costa).....	20,118 km ²
Profundidad promedio.....	60 mts
Superficie de comprensión (agua y costa).....	2,857,7 km ²
Profundidad promedio.....	16 mts
Costa argentina.....	1,416,9 km
Profundidad promedio.....	30 mts

Clima

Clasificación (según Clark).....	templado húmedo
Precipitaciones, promedio (70 años de obs.)....	902 mm
Evaporación, promedio anual de una atm. libre.....	150 mm
Temperatura promedio anual.....	13,15°C
Máxima (37 años obs.) (31-1-39).....	40,5°C
Mínima (37 " " ") (9-7-18).....	5,4°C

Agua

Sierra del sistema Parana-Uruguay no existen otros ríos con gran caudal que converjan a esta región, generalmente sus caudales son influidos por la marea y por las lluvias en la zona. En la costa argentina se destacan los ríos Samborombón, Salado y Luján, y los caudales de estos ríos se ven afectados por las mareas, los cuales son influidos en su curso inferior por la marea; en las bajuras se registran entre 1,5 y 3 metros.

En la costa para playa con se destacan: Punta del Este, el río
Punta del Este, Montevideo en parte, y los arroyos Sancho, Solís
Chico, Solís Grande, Sauce y Maldonado, todos estos últimos
se unen más o menos seguidos por una espina "barra" de direc-
ción oeste.

Mareas:

La región del río de la Plata exterior es sujeta a mareas
astronómicas con una periodicidad de 12 horas aproximadamen-
te (1). Costa de la Bahía de Samborombón (2).

Nivel medio.....	3.3 piés
" de la pleamar.....	5.1 "
" " " bajamar.....	1.5 "
Máxima pleamar res.....	6.0 "
" bajamar.....	-2.1 "

Costa una playa hasta Punta del Este (3)

Nivel medio.....	2.1 "
" de la pleamar.....	2.4 "
" " " bajamar.....	1.8 "

-
- (1) Para datos completos véase la tabla de mareas M.N. Terrestre Argentino M.N. (Lago de la Plata) M. Balay (1959).
 - (2) Referidas al plano de reducción que pasa 3.3 piés debajo del nivel medio.
 - (3) Referidas al plano de reducción que pasa 2.1 piés debajo del nivel medio.

2.1 Características generales

El río de la Plata es el colector de un gran sistema hidrográfico formado por los ríos Paraná, Uruguay y Uruguay, que son sus principales tributarios, ellas cubren un área de 3.170.000 km² (Luzari, 1961).

Este complejo hidrográfico converge en un delta, Delta del Paraná, que se caracteriza por tener totalmente eólica. En este vértice hidrográfico nace el tipo de la Plata, que recibe un caudal de 16.00 a 23.00 m³ por segundo de aguas fluviales, las que tratan de llevar al mar luego de una lucha con las mareas astronómicas y meteorológicas.

El gran volumen de aguas vertidas en el río de la Plata no es un valor enteramente constante, ya que está sometido a las irregularidades en la región tropical y subtropical de la cuenca, como lo es la evaporación e infiltración de las aguas fluviales en el recorrido de la misma. Además la marea que penetra en el río se hace sentir más allá del estuario, en el río Paraná, y hasta también en el río Uruguay, acción que se debe a la gran carga fluvial. Si bien esta no produce un ingreso de agua a estos ríos, sí crea una marea, semejante a la que se crea en las costas intermitentes.

El río de la Plata está dividido en tres zonas o regiones que son: Superior, Medio, y Inferior.

a) Río de la Plata Superior

Esta zona corresponde al delta subfluvial e prodelta donde se encuentran por las mareas, las aguas que se acumulan aportadas por los ríos Paraná y Uruguay, ellas son aguas fijas y líquidas (densidad relativa (D_r) = 0,05 a 0,2 mg/l). Estas aguas llegan a esta zona por circulación del agua. Ellas disminuyen de cantidad cuando se van acumulando allí aguas muy raras y salinas (Viana, 1966). Por el contrario, al norte de la zona

existen en el río en las pirañas y arenas.

b) Río de la Plata Medio:

Al este de una línea que une Buenos Aires-Colonia, se extiende esta zona hasta otra línea que une Cabo Pta. Vieiras con Montevideo. Esta es una zona crítica ya que, aparte de sentir los efectos de mareas, corrientes y vientos, está influenciada en su portada oriental (frente del Códillo), por la acción del agua marina. El río es muy tenue ya que no supera los 10^o/qo de salinidad, pero es suficiente para hacer sentir la acción fisicoquímica de los carbonos de salinidad.

Los sedimentos del Río de la Plata medio son muchos más finos que los hallados en el predelta y solo en las costas se mantienen similares a ellos.

Los trabajos de Salay, señalan que las corrientes que ocupan a la marea favorecen la distribución de sedimentos finos, en particular en el sector oriental del banco Ortiz. Pero en esta zona no hay penetración de agua salada, no se puede considerar la fibulación como la responsable del depósito de sedimentos finos sino, las razones dinámicas. Parece que la deposición de sedimentos finos no produce con alta marea, porque la marea cubre la corriente fluvial.

La sedimentación de flocos de fango en río ya se describió por Houbart. Así el fango puesto a los ríos antiguos se deposita, de modo que se evita el movimiento por la acción de las corrientes de la marea, con excepción de una poderosa agitación (por ejemplo tormentas, helices de los buques).

c) Río de la Plata Superior:

Al este de la línea que une Pta. Vieiras con Montevideo, el río se ensancha considerablemente hasta alcanzar 200 Km de anchura, al punto que en su sector oriental, ya sobre el mar, resulta un poco difícil distinguir el tipo de sedimento fluvial.

Esta distinción se acentúa solo en épocas en que el gran drenaje fluvial crea un predominio casi total de agua dulce en esta zona, obtegiéndose una verdadera estratificación de aguas o bien una disminución de salinidad por la mezcla creada por el alcance.

Como ejemplo de distinción, es el tipo de onda que se desarrolla en este sector particularmente la que proviene del este, que se va modificando hacia la poca profundidad.

2.2 RIO DE LA PLATA ESTERIOR

Como se describirá en los párrafos siguientes, en el exterior existen fenómenos que actúan independientemente en una y otra zona.

Es por ello que geográficamente esta región puede ser subdividida en zonas las que presentan caracteres propios que las distinguen (Fig.1).

Zona de Samborombón En ella existe un ambiente de bahía y tierras bajas con grandes pantanos. Las profundidades son bajas y su fondo está cubierto por fango.

Zona de los Bancos En ella se encuentran los bancos Ancladas-Inglés y hacia el sudeste el Rouen. Los primeros muestran los efectos de una divisoria de aguas fluviales.

Esta presenta un fondo casi uniforme cubierto por arena donde solo emergen los bancos nombrados y se inician al norte canales casi secados por las arenas, que están directamente conectada con la plataforma continental vecina.

Zona Norte o costa Uruguay Se caracteriza por ser relativamente abrupta, con pequeñas playas arenosas en "bahías". Entre ésta y la zona de los bancos existe un canal que se profundiza hacia el este tapizado por fango de tipo fluvial.

Zona del Cabo de San Antonio Esta es el cierre del río de la Plata, pero tiene gran influencia del Atlántico a través de los

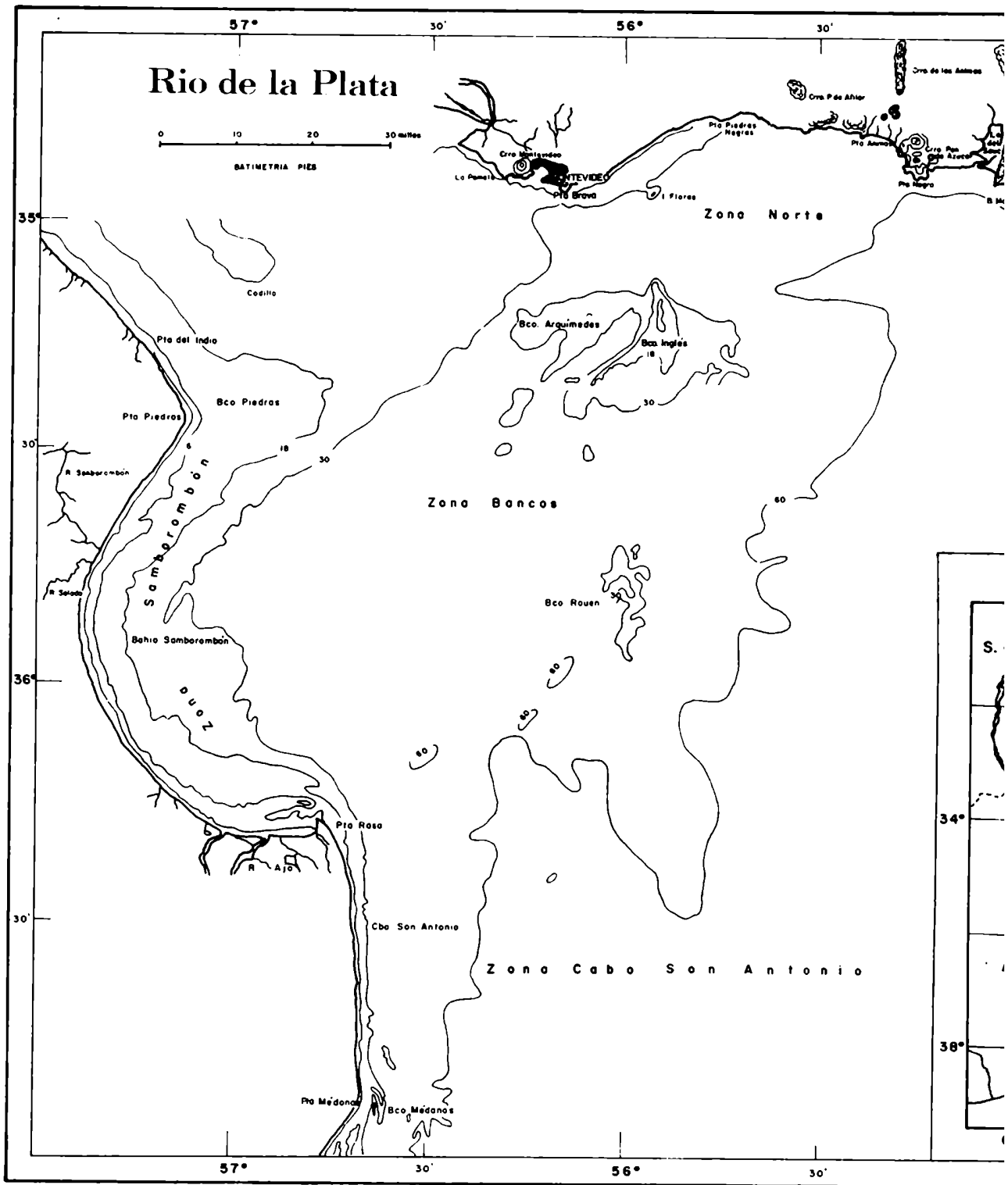


Fig. 1. Río de la Plata Interior. Zonas y Mapa de ubicación.

de la dinámica oceánica que soportan.

En realidad ella está vinculada directamente con la plataforma continental como se describirá en los próximos capítulos.

2.3 GEOLOGIA LITORAL:

El Río de la Plata se recuesta sobre el borde norte de un gran valle rift, que constituye la cuenca del Salado.

Al norte está la costa uruguaya, donde emergen las rocas cristalinas precámbricas (anfíbolitas, gneiss, migmatitas, etc.) del escudo Brasileño y rocas efusivas alcalinas, de posible edad cretácica (C. de las Animas), sedimentitas cretácicas y terciarias.

Los sedimentos cuaternarios (F. Grazain = Pampeano; Delaney, 1963), yacen sobre el precámbrico y el mesozoico, en su base son mucho más arenosos que el Pampeano típico. Sobre éstos hay grandes campos de dunas costeras de edad Pleistoceno-Holoceno reciente y sedimentos lagunares y estuarinos costeros homogéneos con el Pospampeano de Buenos Aires (Querandino y Platense). El desarrollo lateral de éstos es muy reducido alcanzando su máxima extensión en la cuenca del río Santa Lucía y la zona de lagunas costeras orientales (Rocha, Los Difuntos, etc.).

El basamento cristalino, que se hundió en la margen norte del Río de la Plata, reaflore en las sierras de Tandil, centro de la Pcia. de Buenos Aires, constituyendo el borde sur de la cuenca. Al noreste de estas sierras se extiende una gran llanura constituida por limos loessoides Pampeanos, (Pleistoceno). Más al norte, hasta la zona de la bahía de Samborombón, hay una depresión que constituye la Planicie Costera del noreste de la Pcia. de B. A., cubierta en su mayor parte por sedimentos transgresivos holocenos. Ellos están constituidos por limos, arenas finas, fangos orgánicos, cordones arenosos y de conchilla producto de los últimos estadios del "Platense" regresivo (Frenguelli, 1957).

En la porción atlántica del Cabo San Antonio se desarrollan campos de dunas, bañados y marismas literales recientes.

2.4 GEOMORFOLOGIA LITORAL:

El Río de la Plata se halla limitado por dos regiones morfológicas bien notables. Al norte la costa uruguaya, constituida por tierras altas rocosas del Precámbrico y Mesozoico, cubiertas en partes por sedimentos cuaternarios. Esta presenta "entradas", valles rellenados por sedimentos transgresivos y lagunas holocenas, de la formación Chaf (Delaney, 1966) y recientes.

Estos valles fluviales no tienen barrancas muy abruptas, sino que se pasa a la planicie fluvial por una terraza intermedia de 3 a 5 m de altitud (sobre el espejo del río). Esto es un caso típico en el río Sta. Lucía cuya desembocadura alcanza un ancho de 4 Km, con una morfología de dunas arrastradas sobre la terraza occidental y bañados. Es importante destacar que este río tiene en su desembocadura una "barra" constituida por la isla El Tigre y una serie de bajofondos, pero que lejos de ser arenoso su núcleo es rocoso (anfíbolitas).

Los ríos que descienden de las tierras altas del Uruguay tienen escaso caudal y están endicados en su desembocadura. Es decir cerrados por una "barra" o espiga generada por el transporte litoral de la arena, Foto 1. Estos ríos tienen anchos valles, pero poco profundos ya que su cauce está labrado, casi en su totalidad, en rocas del basamento.

Es importante destacar que la mayoría de los ríos y arroyos de la costa norte del Río de la Plata están controlados por fracturas del basamento.

Además, de la gran "entrada" del río Sta. Lucía, existen otras dos que corresponden a los "bañados de Carrasco", la laguna del Sauce y la planicie fluvial del Ao. Maldonado, está ya



Foto 1. Playas inmediaciones Ac. Sauce. Al fondo los derrames básicos cretácicos (K), al fondo las cuchillas del Uruguay (pre-cámbrico). Todo ello constituye el plateau elevada tierras altas de Uruguay.

En segundo plano Laguna Sauce del Portezuelo campo de dunas (C.D.). Los médanos activos costeros (M.A.) y playas actuales. "Clausurando" la desembocadura del Ac. Sauce hay una "barra" litoral. La mayoría de los arroyos del Uruguay están en idénticas condiciones.-



Foto 2. Playas costa Atlántica del Uruguay, Ao. Maldonado. Al fondo planicie elevada uruguaya fm. Gravain. Hacia el mar campos de dunas (S.D.) y médanos costeros (M), playas (P). Las puntas salientes son reccos de la extensión del precámbrico debajo de los depósitos costeros.



Foto 3. Pta. Ballena (RCS) al fondo Laguna Sauce del Portezuelo, separada del río por depósitos continentales (fm. Gravain) y marinos holocenos recientes (fm. Chuí) y médanos. Las playas están confinadas a "bahías" encerradas por salientes rocosas.

////

fuera del área estudiada (+).

Los bañados de Carrasco corresponden a una antigua bahía rellena de turbales actualmente cubiertos por un extenso campo de dunas, que se continúa bordeando la costa hasta Pta. Negra (Piriápolis).

En el sector oriental de esta saliente y limitada por otra que corresponde a la Sierra de la Ballena - que se hunde en el río - hay otra gran "entrada" donde está la laguna del Sauce. Ella está separada del río por una "barrera" arenosa con cordones de dunas. Foto 1 y 2.

Después de la Sierra de la Ballena nuevamente el campo de dunas se incrementa y se nota, al igual que en todo el litoral uruguayo, que forman una transición entre las tierras altas y la costa del río. Dada la relación de estas arenas y los depósitos que cubren, se infiere que ellas se desarrollaron desde el Holoceno hasta el presente.

Al norte de Pta. del Este existía planicie fluvial del Ac. Maldonado. Foto 3. Igual que lo acontecido en las lagunas atlánticas (Delany, 1961/63/65) a partir del Holoceno el mar invade los valles costeros quedando "clausurados" por el avance de las barras y cordones arenosos en donde se desarrollaron bañados y turbales.

La estabilización del mar en su actual nivel y el nuevo desarrollo de los campos de dunas crea la actual morfología costera. Foto 1, 2 y 3.

Las playas de la costa norte del Río de la Plata Exterior son arenosas, estrechas y están confinadas a "bahías" limitadas por salientes rocosas del basamento del Uruguay. Foto 2.

En la margen derecha del río está la planicie costera nord-

(+) Estos rasgos morfológicos son descritos ampliamente en el estudio de la Geología y Geomorfología de la Planicie costera del Uruguay, que realizó F. Delany del Coastal Studies Institute (en prensa).

////

////

bonaerense que contrasta con la costa alta uruguaya. Esta chata planicie se extiende hasta un pequeño espolón tallado en el Pompeano, su límite oeste, o sea las tierras altas del litoral del Plata sudoccidental.

La planicie costera es baja, pantanosa y cubierta por depósitos arenosos (antiguos campos de cordones de dunas) que alternan con lagunas - semi colmatadas - y bañados. Ptes 5 y 7. Sobre la planicie está sobrepuesta una moderna red de drenaje cuyos principales exponentes son los ríos Samborombón, Salado, Chalford, Chichas, etc.

Los rasgos morfológicos que se destacan en la planicie son bañados, lagunas y cordones constituidos por sedimentos limo-arcilloso, arena y arenas arcillosas verdes, depositadas durante la ingresión del mar Querandino (?) durante el Holoceno.

Hacia el borde de la planicie costera, en particular entre Pta. Piedras y Pta. Rasa, formando una transición entre la planicie y la costa de la bahía de Samborombón, hay una serie de cordones de playa (cordones litorales = beach ridges) descritos por Bernardt (1953) y que son el último remanente del retiro definitivo del mar Querandino (?) hasta el actual nivel.

Los cordones litorales se alinean paralelamente a la costa actual, incluso siguiendo sus mayores inflexiones, como es el caso del Cabo Pta. Piedras.

Estos cordones, que llegan a tener de 1 a 10 Km de ancho y un promedio de 3 a 5 m sobre el nivel del mar, se extienden en forma de "echelon" con crestas subparalelas hasta las inmediaciones de la localidad de General Conesa.

Esta morfología de cordones de playa, aparte de corresponder

////

////

a la facia regresiva del mar Querandino o Platense (?), indican como ya lo mencionara Bernard (1953) un ascenso o emersion de la costa.

Esta tesis es corroborada mediante dataciones de C14 que indican edades de 7,600 ± 6,000 años A.P. (+) para el cordón más anterior de la localidad de Magdalena a + 7 m s/nm y 4,460 años A.P. (++) para el pendiente cordón de Pta. del Inio a + 2 m s/nm. Esto es una prueba más del retiro del mar y de la génesis de estos cordones de playa constituidos esencialmente por arena fina y conchilla.

Al pie del último cordón litoral hay un gran rellano cubierto por flora salobre y halófila (scolicormias, zosteras, etc.). Estos constituyen los rellanos de inundación o marismas saladas (Shorres o salt-marshes) y los rellanos de marea (Slacks o tidal flats) fangales que son cubiertos por la pleamar; rasgos morfológicos típicos de un ambiente estuarino (Guilcher, 1963). Fotos 6 y 7.

Esta morfología comienza a manifestarse realmente al sudeste de las restingas rocosas de Pta. Piedras ("bosca Enseñadonga"), creciendo progresivamente hacia el sector del río Ajó.

Los rellanos de marea son fangales que llegan a tener más de 2 Km de ancho y forman lo que Morgan, Nichols & Wright (1958) denominan en la costa de Louisiana playas de arcilla (clay beach), por deposición de las masas arcillosas transportadas en suspensión. Este sería el mismo mecanismo que genera los fangales de Samborombá.

En esta zona de Gral. Levalle (río Ajó) los marismas saladas

(+) Datación realizada por el Dr. C. L. Hubbs de Scripps Inst. of Oceanography, a quien le estoy sumamente agradecido.

(++) Datación suministrada por el Prof. Patrick Delaney del Coastal Studies Institute.

////



Foto 4. Espiga Punta Rasa. Al fondo bahía Samborombón. MS, Marismas salada. EM, Rellano de mares. C, Canal natural.



Foto 5. San Clemente. Primer plano campo de dunas (C.D.) arrasadas. Siguen canales de desagüe de las Marismas saladas (M.S.) de San Clemente y Ajó. Pantanos litorales (P.L.). En último plano la bahía de Samborombón.



Foto 6. Vista occidental de la Punta Bass y San Clemente. Al fondo el O. Atlántico y las playas (P) atlánticas (ambiente marino). Siguen cordones de dunas (C.D.) y campos de dunas (C.D.). En el centro, las marismas saladas (M.S.) y canales de desagüe (C). En primer plano los rellenos de marea (R.M.) y de inundación (R.I.), pequeña playa (P) de conchilla y micro acantilado (M.A.) por erosión de la base de los pantanos litorales (P.L.). Ellos cubren a antiguos depósitos conchiles y arenosos de origen netamente marino.



Foto 7. Samborombón, Gral. Lavalle canal de desagüe y canales de marea (C). En primer plano rellenos de marea (R.M.) y rellanos de inundación (R.I.), micro acantilado (M.A.), marisma salada (M.S.) y pantanos litorales (P.L.).

1111

se extienden considerablemente tierra adentro. Al igual que los cordones literales dando lugar a un extenso paisaje de marismas con lagunas y canales naturales. Ellos están limitados al este por cordones arenosos también de conchilla, del litoral atlántico del Cabo de San Antonio que culmina con una espiga de mar con crecimiento hacia el norte - por transporte litoral de arena - Continuada Punta Rasa. Fotos 5 y 4.

En esta nueva zona (Cabo de San Antonio) se tiene una morfología diferente, allí actúan los agentes oceánicos. Así es como hay extensos bancos de dunas y cordones de dunas (dunas rígidas) que alternan - tierra adentro - con balaoos y marismas. Se produce así, en este sector, un contraste entre dos ambientes típicos: la planicie costera del Cabo de San Antonio y las marismas y balaoos de arena de la bahía de Simborombón. Fotos 4, 5 y 6.

Este conjunto de elementos morfológicos indican los rasgos típicos de la geomorfología de una costa baja de emerción.

////

2.5 BATIMETRÍA

Se puede considerar que el área estudiada abarca una variación batimétrica que va desde 3 pies en las cercanías de la costa hasta los 120 pies 30 millas al este del límite teórico del río, fuera de él nos hallamos sobre la plataforma continental propiamente dicha.

La zona de la bahía de Samborombón presenta características de un gran rellano, limitada al noroeste por una gran saliente que corresponde a los bajofondos del banco Piedras. Hacia el sur es más llana, y las isobatas tienen un festoneado que insinúa la salida de canales, seguidos en su mayor parte por pequeñas "espigas fangosas" que crecen hacia el norte (?).

Al este de la isobata de 30 pies el fondo es un llano que se extiende hasta los 60 pies de profundidad. Sobre ésta se notan "canales" muy suaves y "boyas"

Al sur de Punta Rasa en el Cabo de San Antonio (+) la batimetría revela una pendiente mayor. La isobata de 30 pies más próxima a la costa presenta un festoneado que aumenta hacia el sur de Punta Médanos y forma "ganchos" de dirección SE en correspondencia con formas terrestres litorales semejantes, cordones de dunas (dunes ridges) sucesivos, que insinúan antiguas líneas litorales.

Al norte en el litoral uruguayo las isobatas inferiores a 30 pies se recuestan sobre la costa; el gradiente del fondo aumenta desde 3 pies/milla frente a Montevideo, hasta 30 ó 40 pies/milla frente a Punta del Este.

(+) Esta es ya una zona netamente oceánica.-

11111
Al norte de Punta del Este, los gradientes son más elevados
30 a 60 pies/milla.

2.5.3 Bancos:

El río de la Plata exterior tiene una serie de eminencias
suaves que hacen las veces de dorsal o divisoria formadas
por el grupo de bancos arcillosos e Inléa (1).

Hacia el sur está el banco Ronen, muy suave, con un lado algo
más inclinado al oeste.

Estos bancos son fijos; es decir, estables ante la acción
dinámica del estuario; sus profundidades varían entre 30
pies y 6 pies en el Arcuñedo e Inléa, y de 50 pies a 30
pies en el Ronen.

Al este de Punta Piegas, extremo norte de la bahía de San-
torombón, se halla el banco Piegas de forma chata, que
desvía el canal natural del río hacia el este. Este banco
también es estable y su núcleo es compacto.

Hacia la costa uruguaya, al norte de las isobatas de 30 pies
y 40 pies, existe un gran número de pequeños bancos rocosos
en forma de "verrugas" paralelos a la línea de costa. Algu-
nos llegan a aflorar y constituyen islotes rocosos tales co-
mo las Islas Flores, Lobos, Las Pipas, Las Tortas, I. Carriti,
etc. Estos bancos son la prolongación del pavimento rocoso
del Uruguay dentro del río.

(1) Estos bancos parecen ser muy antiguos. En sus núcleos se ha en-
contrado el tipo de "rosca" bien redondeada y conchas englobadas
en limos arcillosos oscuros y compactos. Todo ello está cubierto por
arenas con un diámetro medio (Md) de 0.12 mm a 0.25 mm. Desprovistas
de material fino por la agitación del oleaje. Probablemente fueran
núcleos de las en el Pleistoceno Sup. u. Holoceno.

11111

11111

En Punta Rasa, extremo norte del Cabo San Antonio, hay una serie de bajofondos, constituidos por arena, algunos aflorantes y otras sumergidos, tales como los casos de los bancos Ajo y San Agustín. Ellos tienen forma construccional hacia el este. La punta Punta Rasa está semi sumergida y es la prolongación de la costa; su crecimiento es de rumbo norte por la acción de la refracción de las olas y la deriva litoral, de resultante norte.

2.5.2 Canales

Entre los bancos Arzúmedes e Inglés y la costa uruguaya, hay un "canal natural" de rumbo NE que aumenta de profundidad hacia el este. En las proximidades de Punta del Este se desvía hacia el NE con profundidades de 120 a 200 pies. En este lugar toma el nombre de "poza de fango" dado por el tipo de sedimentos que cubren el fondo. Este es el único canal profundo y continúa en el río exterior y sobre la plataforma, antiguo desague del Plata (1).

Al sur, el río es menos profundo, el fondo es llano y suave. Existen suaves canales que se bifurcan en varios brazos de dirección este, al norte y sur del banco Rouen, y solo a las 38° de latitud se manifiesta realmente un canal que se prolonga y profundiza hacia el sur, ya en la plataforma anexa (Fig. 1 y 3).

2.6 FISIOGRAFIA DEL FONDO DEL RÍO

Basándose sobre las cartas batimétricas de la zona exterior (cartas N°54) actualizadas, y los sondeos ecológicos realizados recientemente, se confeccionó una carta fisiográfica (Fig.3).

(1) Durante la campaña "El Austral" se detectó la prolongación de este "canal" hasta las inmediaciones de "El Chuy", allí desvía hacia el este costando la plataforma.

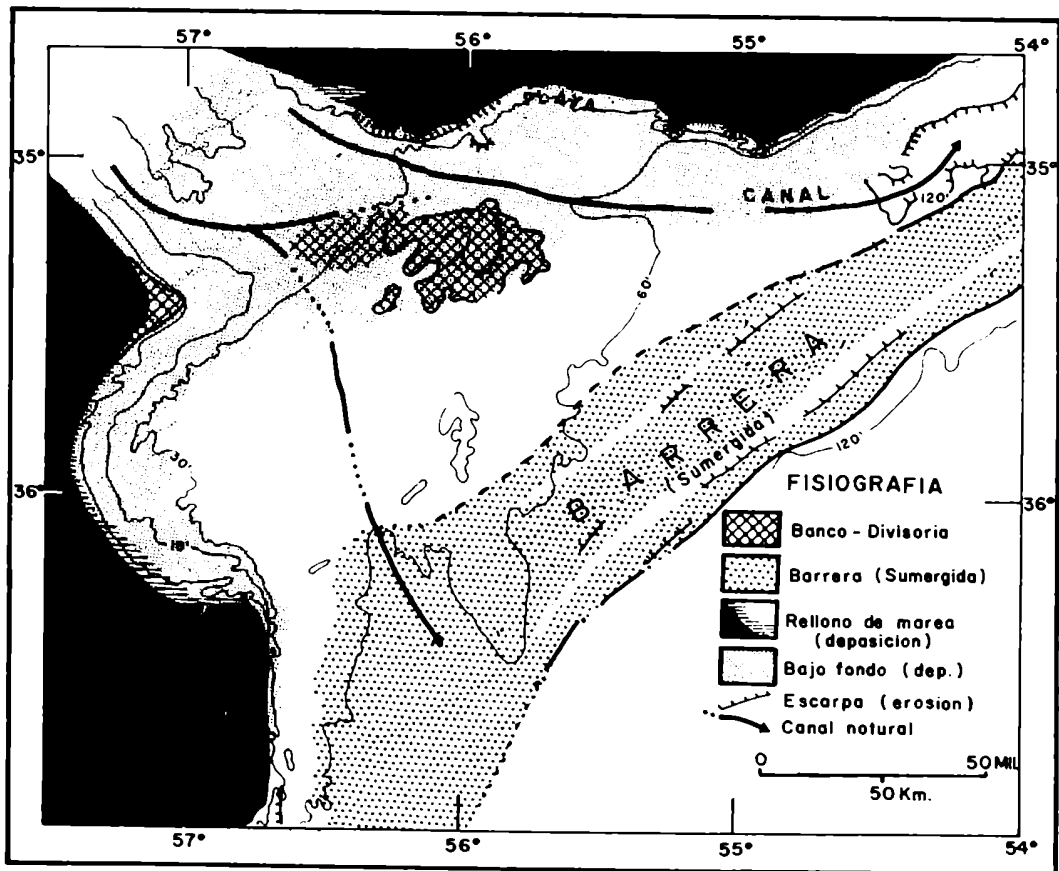


Fig. 2. Carta fisiografica generalizada (carta sintetica).

1114

Los rasgos fisiográficos observados se generalizaron marcando las zonas de deposición, asociadas generalmente con bancos, rillanos y playas submarinas, como en el caso de la bahía de Samborombón, el banco Piedras y la Punta Rasa, lugar de sedimentación intensa por efectos fluviales y marinos combinados.

Los bancos Arquimedes e Inglés constituyen una zona estable, con efecto de dorsales o divisorias en el río.

El banco Inglés, en particular, presenta dos efectos; uno deposicional al oeste por acción fluvial, descarga de fangos del río, otro de carácter erosivo, en su culminación sudeste, semidescubierto en bajamar, donde las olas recuperan material arenoso.

En la zona semiaflorante el banco tiene una parte rocosa (?) (Saenz Valiente, 1903) (1).

Sobre la costa uruguaya hay zonas de erosión donde las rocas del basamento se ponen al descubierto.

Al norte de Punta del Este existen zonas de poca o escasa deposición, según las características de los sondeos y de algunas muestras obtenidas. En esta zona existen "antiguas" "playas rocosas", constituidas por "conglomerados y arcillas calcáreas" (Delaney, 1965) donde las dragas obtuvieron sedimentos con rodados calcáreos provenientes de tales playas antiguas.

Al sur del Cabo San Antonio se observa el mismo fenómeno; formas alargadas aproximadamente de rumbo 150°, fuera de la línea de 30 pies. Estas constituirían canales de igual rumbo y montículos elongados escarpados al oeste y suaves al este, similares a antiguas playas de "barras".

(1) El núcleo de este banco se ha denominado "Piedras", pero no se conoce su tipo. No se han obtenido muestras de este lugar, pero la zona más próxima contiene rodados de "tosca" que, evidentemente, podría provenir de este banco.

Las muestras de fondo obtenidas en esos lugares son similares a los del norte de la región estudiada. Además sobre la playa, en la zona de depósitos de tempestad, existe el mismo material y "placas de arenisca calcárea" muy cementada (Sandstone slabs. Morgan et al 1954).

En las proximidades de la desembocadura del río existen también formas similares, detectadas con ecosonda. Son ondulaciones de rumbo N 30° E y de 30 a 40 pies de diferencia de profundidad, entre cresta y senos. Este conjunto sugiere la existencia de una antigua "isla de barrera". Ella toma, en su extremo norte, el nombre de "banco del Plata". Al sur se más suve debido a la mayor deposición de arena.

III. OCEANOGRAFIA FISICA:

La discusión de los fenómenos oceanográficos está fuera del alcance de este trabajo. Solo serán esbozados los agentes físicos (mareas, vientos, corrientes, olas y salinidad), que tienen especial influencia sobre la distribución de los sedimentos. Muchos de los datos presentados provienen de literatura y archivos del SEN. Otros fueron observados durante el período 1963-65 y no elaborados totalmente, por lo tanto no se consideraran suficientes para formular conclusiones determinantes, pero al menos permiten conocer, en primera aproximación, el comportamiento de estos agentes físicos en la región.

3.1 MAREAS:

3.1.1 Marea Dinámica:

La marea dinámica actúa sobre la zona exterior del río de la Plata con un desplazamiento de frentes de isomareas que se propaga desde el sur (Mar del Plata, punto antitriónico) en forma convexa dentro del río, y con una velocidad promedio de onda,

1111

1114

de 30 Km/h (Salay, 1959). Esta momento al río en toda su extensión.

Por la fuerza de Coriolis, la costa sur del río tiene mayor adelanto y amplitud de marea que la costa del Uruguay (Salay, 1959).

La onda de marea que llega al banco Inglés y Arquímedes, trata de impedir la salida de las aguas fluviales al río exterior, "corriendo" primero la sección entre el banco Piedras e Inglés y luego la comprendida entre éste y Montevideo.

Es así que las aguas que comienzan a ser retenidas, por la onda, en el río medio, fluyen por el norte del banco Inglés en forma paralela a la costa uruguaya.

Una vez que la onda superó la línea Pta. Piedras-Montevideo, las aguas del Río de la Plata Medio, son llevadas hacia arriba por el empuje creado por la marea.

Es importante destacar el comportamiento de la marea ante la influencia del viento, en particular cuando sopla de los cuadrantes NW o SE; así la marea astronómica se modifica y se producen en ella retardos o adelantos, con apilamiento de agua en una u otra costa.

3.1.2 Marea de Salinidad:

La corriente de marea acompañada por agua salada es denominada por Berthois (1965), Francis Beuf (1947), Ottmann (1964) marea de salinidad. Ella penetra en el río, en gran parte por el norte, bordeando la costa uruguaya debido a que es la zona más profunda y permite el fácil desplazamiento de agua más densa. Acompaña a la marea astronómica, generalmente con algún retardo que, por acción meteorológica, también puede variar.

En las proximidades de Punta Negra (RDU); se observa una buena

1114

1114

estratificación de agua con valores respectivos de fondo y superficie de $28^{\circ}/\text{oo}$ y $25^{\circ}/\text{oo}$ a $9^{\circ}/\text{oo}$; en Montevideo tiene de $25^{\circ}/\text{oo}$ a $15^{\circ}/\text{oo}$ y de $20^{\circ}/\text{oo}$ a $5^{\circ}/\text{oo}$; por último en las proximidades del Cerillo los valores son de $8^{\circ}/\text{oo}$ a $5^{\circ}/\text{oo}$ en el fondo y $3^{\circ}/\text{oo}$ a $0.2^{\circ}/\text{oo}$ en superficie (Fig. 3).

La estratificación de aguas se hace más neta a medida que se penetra en el río y la salinidad decae hacia la zona del Cerillo (banco Ortiz), lugar raramente superado por el agua de mar, ya sabida, a excepción del empuje creado por vientos muy persistentes del SE.

En la bahía de Samborombón la salinidad es más baja y los valores de las aguas de fondo y superficie son respectivamente de $16^{\circ}/\text{oo}$ y $7^{\circ}/\text{oo}$ en los $35^{\circ}45'$ latitud S, $56^{\circ}50'$ longitud W y $20^{\circ}/\text{oo}$ y $16^{\circ}/\text{oo}$ en el límite sur del río. Punta Rasa (Fig. 4).

Ello indica que la marcha de salinidad penetra más libremente por el norte del río debido a la mayor profundidad en esa zona; mientras que por la bahía de Samborombón los bajofondos la retardan y merman su penetración.

En las proximidades del Pto. Retalada al oeste del banco Arquimedes se han hecho mediciones estacionales durante tres años (Ottmann et al 1965).

Ellos muestran que:

- i) Con vientos leves y poco oleaje existe una buena estratificación de agua, con una variación de $10^{\circ}/\text{oo}$ aproximadamente y donde la salinidad aumenta por la acción de la pleamar.
- ii) Con vientos del cuadrante norte o noroeste la salinidad decrece sensiblemente, pese a ello la acción de la pleamar incrementa la salinidad.
- iii) Con vientos del sur o sudeste hay salinos muy numerosos de

(+) Por mezcla con la fluvial.

1111

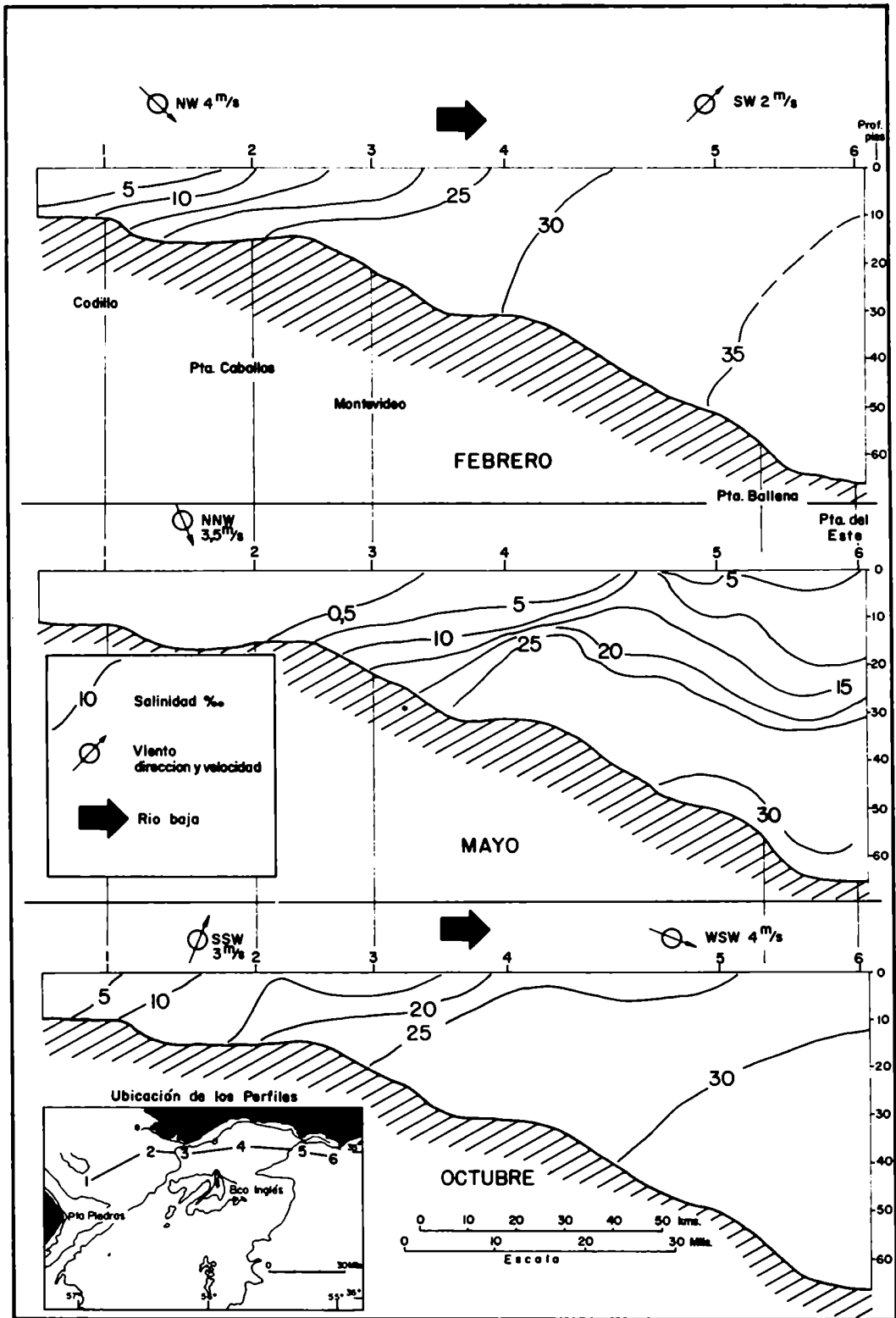


Fig. 3. Perfiles de Salinidad, Zona norte.

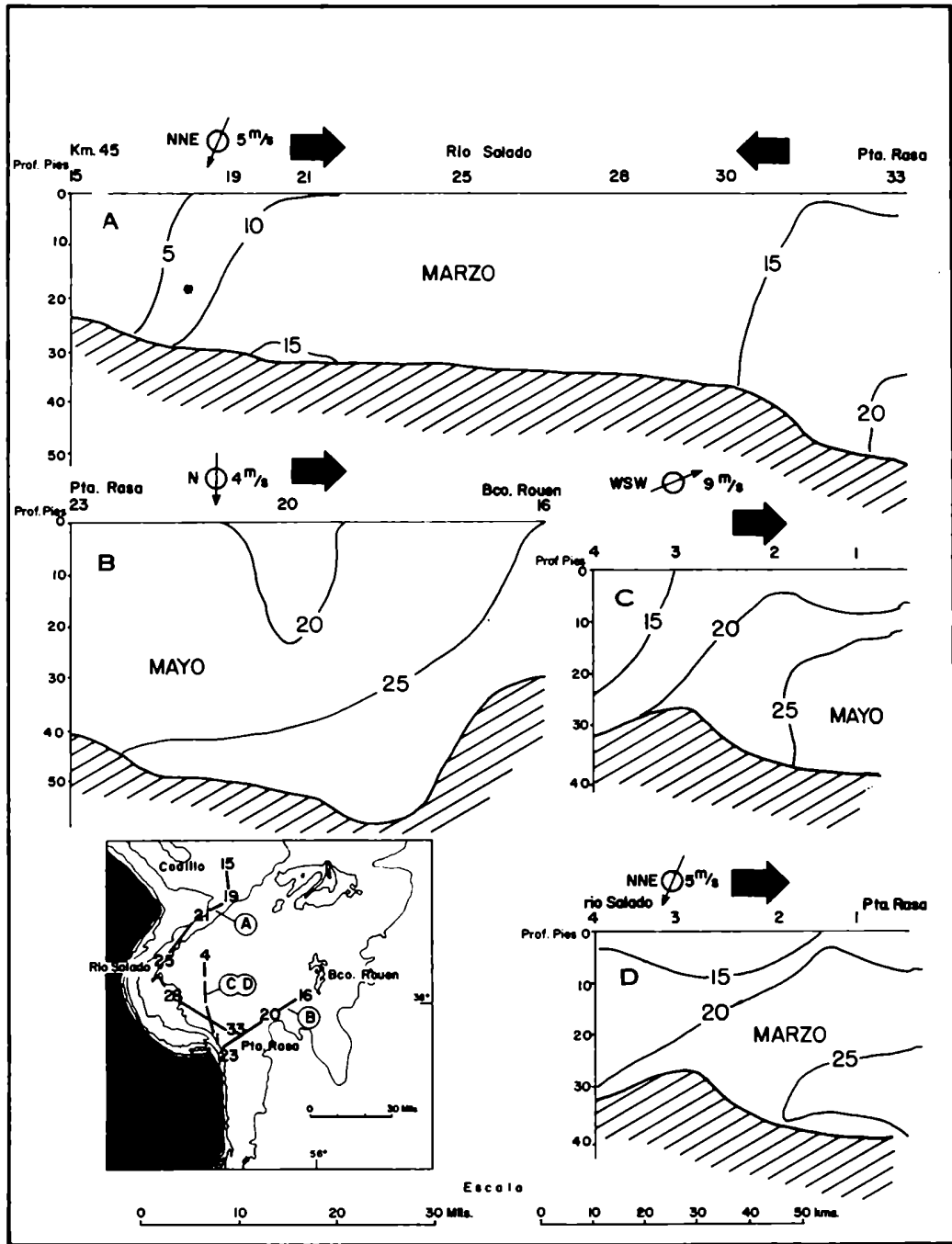


Fig. 4. Perfiles de Salinidad, Samborombón.

1111

... el viento hace disminuir la evaporación y con la merma del viento se produce una brusca caída de la salinidad por la acción de la pleamar.

(2) En épocas de gran estiaje (primavera) los valores de salinidad son bajos a pesar del viento del sudeste. Se manifiestan aumentos con la pleamar, pero decrece bruscamente.

Esto demuestra una vez más que en el Río de la Plata Exterior las variaciones de salinidad son debidas a la persistencia de vientos del sur y especialmente del sudeste (del orden de 10 m/sg); y que ante la descarga fluvial, acrecentada por vientos del oeste y noroeste, se produce una merma muy marcada en la influencia de las aguas oceánicas.

Así el predominio oceánico, en la región exterior es creado por la acción de energicas fuerzas externas, como ser la marea astronómica con los vientos del S y SE y los trenes de olas desde el mar.

3.2 CORRIENTES:

Desafortunadamente no existen mediciones sistematicas de corrientes en el Río de la Plata Exterior, relacionadas, en particular, con los fenomenos meteorológicos. La información recolectada se basa sobre la observación realizada por Balay, con correntómetros Hidro y referidas a mareógrafos próximos a la zona estudiada. Estas mediciones, (Fig.6) registraron corrientes desde 6 horas antes, hasta 6 horas después de la pleamar y se las relaciona con la predicción del mareógrafo de referencia. Claro está que cualquier influencia meteorológica perturbará tal predicción. De una manera u otra, ello permite apreciar, en primera aproximación, el movimiento de las aguas en el río por acción de las mareas.

1111

En el Río de la Plata Exterior se pueden considerar varios tipos de corrientes (Ottmann y Urien, 1965): corrientes de marea, de derrame, oceánicas y litorales.

3.2.1 Corrientes de marea:

Junto con la onda de marea hay una corriente de marea que avanza hacia el interior del río, ella alcanza valores de 0.7 a 1.2 nudos sin considerar influencias meteorológicas, en cuyo caso llega a superar los 2 y 3 nudos.

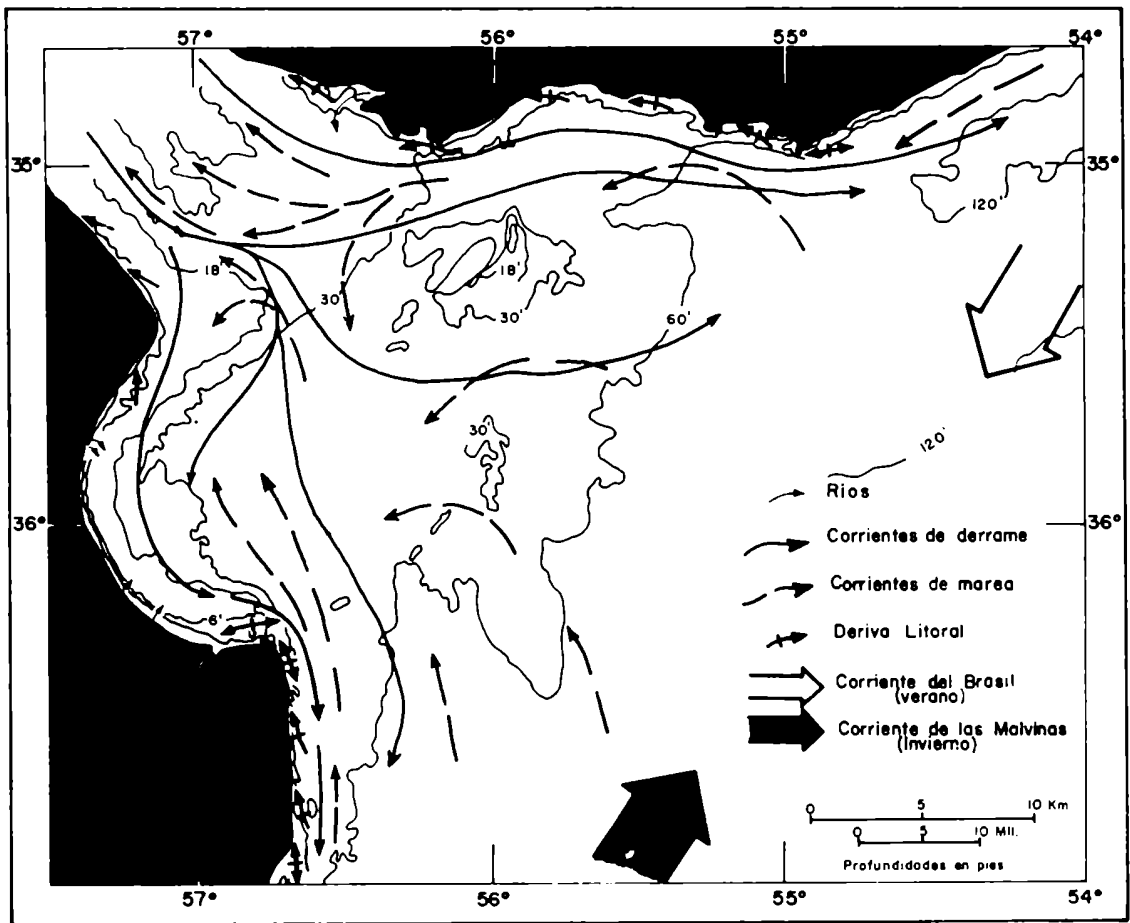
Los vectores resultantes de estas corrientes de marea tienen sentido SE-NW.

En la figura 5 puede observarse que las corrientes de marea presentan algunos aspectos dispares. Las estaciones próximas a San Clemente tienen rumbo SE-NW tanto para corrientes que penetran en el río como las que salen; puede además notarse que después de la pleamar hay un brusco cambio de rumbo.

Por otro lado, en la estación frente a Pta. Piedras, puede verse que existe una distribución de los vectores corrientes en todos los rumbos, nótese además que las corrientes anteriores a la pleamar son de salida y mayores, mientras que en Pta. Basas son de entrada. Ello indicaría que cuando en San Clemente comienza a penetrar la corriente de marea, en Pta. Piedras continúa saliendo agua del río.

En las proximidades del banco Buen las corrientes muestran una distribución en todas las rumbos, ellas son de baja velocidad, al igual que en Punta del Este, el vector corriente en el momento de la pleamar marca al sur.

Cabe destacar también que mientras los rumbos de pleamar frente al Cabo San Antonio y Pta. del Indio con hacia el N, NW y W, las correspondientes a las estaciones frente al Cabo Sta. María, Pta. del Este, boc. Buen y sur del mismo, son de rumbo SEW y de menor intensidad.



3.

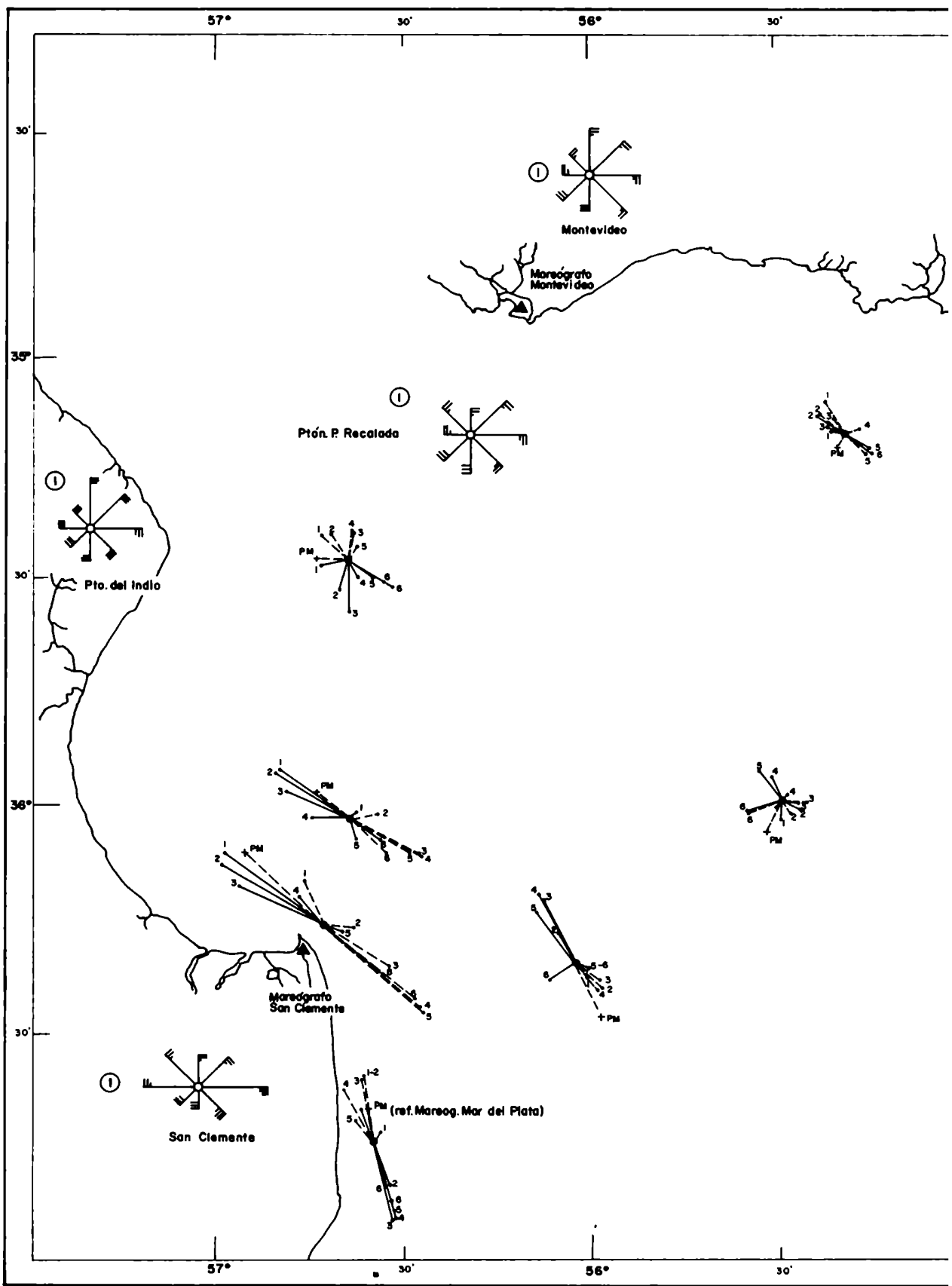
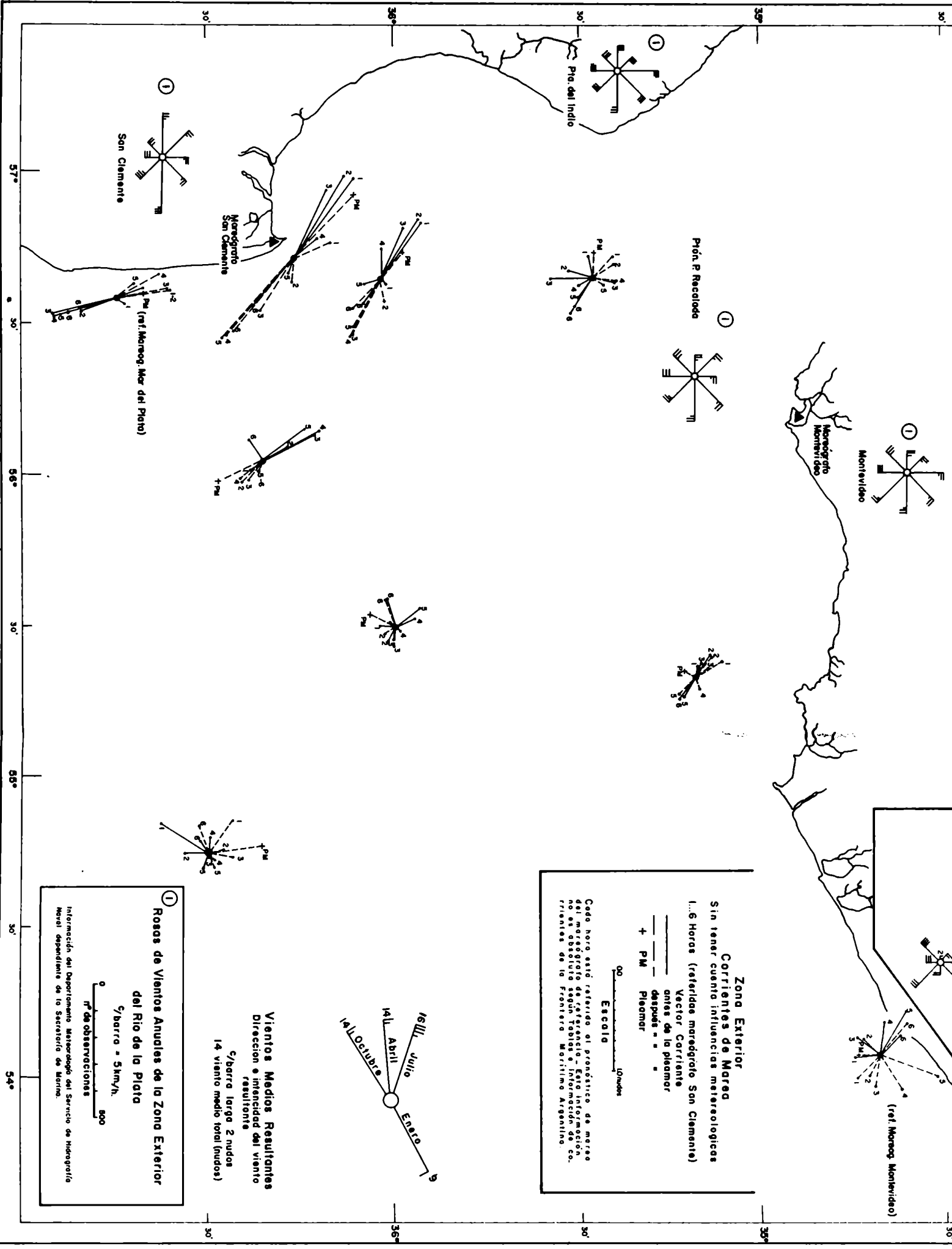


Fig. 6. Normas de corrientes de Marea y Vientos.



Zona Exterior
Corrientes de Marea
 Sin tener cuenta influencias meteorológicas

1..6 Horas (referida mareo de San Clemente)
 Vector Corriente
 antes de la pleamar
 + PM despues " " " " Pleamar

Escala 00 10 nudos

Cada hora está referida al pronóstico de marea del mareo de San Clemente. Esta información no es obediencia según Tómbas e Información de Corrientes de la Frontera Marítima Argentina.

14 III Julio
 14 II Abril
 14 I Octubre
 Enero

Vientos Medios Resultantes
 Dirección e intensidad del viento resultante
 C/barra larga 2 nudos
 14 viento medio total (nudos)

① **Rosas de Vientos Anuales de la Zona Exterior del Rio de la Plata**
 C/barra = 5 km/h.
 nº de observaciones 0 500

Información del Departamento Meteorológico del Servicio de Hidrografía Naval dependiente de la Secretaría de Marina.

1111

Las similitudes que las corrientes de agua en el río de la
 costa exterior tienen un movimiento circular desde el norte
 del río hacia el sur (contrario a las agujas del reloj)
 (Fig. 5), cuando en las proximidades del Cabo San Antonio,
 tienen rumbo NW-SE, lo que indicaría un lugar de "fuga" de
 las aguas que penetraran con la marea.
 La corriente de marea es acompañada por el movimiento de
 agua marina, así, la marea de ebullición o las corrientes de
salinidad pugnan contra las aguas salces o salindices del
 río y penetran como una cula, generalmente hasta la zona
 del Codillo y banco Guirapier. No obstante, bajo la influen-
 cia de fuertes y largas sedostadas llega a remontar los
 caudales hasta las inmediaciones de la Plata (esta informa-
 ción no ha sido cuantificada).

3.2.2 Corrientes de barranca

Una vez que la onda de marea, que se propaga hacia el río
 desde el sector del El Codillo, el estupe creado
 por la portante de marea, comienza a mover en ese sector
 (siempre que no haya influencia de vientos del este o sureste)
 se produce así el cambio en el movimiento de las aguas hacia
 el lugar a la corriente de barranca.

Esta onda es claramente compuesta por aguas dulces, al menos
 hasta la zona del Codillo, se realiza por medio de salidas en
 suspensión tráficos de la cuenca superior. Estas invaden el
 río exterior reemplazando al agua salada o bien creando una
 estratificación de aguas, por el "estancamiento" del agua dulce
 o salindice sobre las aguas marinas más densas.

La portante de barranca viene de general en sentido
 nos paralelo a la costa aragaya, por donde desagua gran par-
 te del río de la Plata. Otra parte, se desvía por el sur del
 banco Inglés y sigue por la bahía de Samborombón, entre el

1111

11111
banco Roden y Punta Rasa (Fig. 5).

En el momento que la corriente de derrame alcanza su máximo desarrollo, la nueva marea que se acerca le hace cambiar gradualmente de dirección hasta invertir el rumbo de la corriente, si no predominan vientos del sector N o NW que acentúan al derrame.

3.2.3 Corriente oceánica:

Las corrientes marinas de Malvinas y Brasil fluyen en la proximidad de la región estudiada. Delaney (1958), señala la influencia de una corriente fría en las costas de Rio Grande do Sul, en los meses de invierno, con manifestaciones biológicas típicas (1).

En verano, por otro lado, esas costas lo mismo que en la del Cabo San Antonio son influenciadas por la corriente cálida del Brasil.

Estas corrientes son débiles ramales de una masa de agua mejor definida. Ellas tienden a convergen entre los meses de verano e invierno en una zona limitada por los paralelos 28°30' y 48° de latitud sur (Zahn, 1911; Gust, 1928; Deacon, 1933; Defant, 1938 y Hert, 1946). La corriente fría de Malvinas fué erróneamente conceptuada por algunos autores, como las responsable de la distribución de los semientes patagónicos a lo largo de la costa atlántica uruguaya y brasileña.

3.2.4 Corrientes litorales y deriva litoral:

En el litoral del río exterior se han observado corrientes semipermanentes litorales, vinculadas directamente con las

(1) El autor ha verificado también, en las costas uruguayas y de Cabo San Antonio la presencia de faunas subantárticas, en particular pingüinos y focas coexistentes transportadas del sur por la corriente de Malvinas.

11111

mareas y vientos. En la costa atlántica, Cabo San Antonio, estas corrientes tienen un resultante norte.

En la costa atlántica uruguaye tienen resultante sur y dentro del río, al oeste de Pta. del Este, resultante oeste, ello se manifiesta muchas veces en una franja de agua clara, marina, entre la costa y la lengua de agua turbia fluvial que fluye hacia el este.

La convergencia de las olas oblicuas sobre el litoral provoca un movimiento de agua paralela a la costa, en la zona de la playa submarina. Este movimiento de agua está acompañado por desplazamiento de partículas por rodamiento en el fondo en el sentido de la resultante de dicha corriente. Se genera así el fenómeno de la deriva litoral (Inman et al 1963) responsable del transporte de sedimentos a lo largo de la costa.

En la costa de San Antonio olas con resultante norte generan el movimiento de arena a lo largo de la playa hacia el río de la Plata.

Una evidencia de dicho proceso es el crecimiento de la espiga de Punta Rasa hacia el norte por acreción de material transportado desde el sur.

En la bahía de Samborombón dadas las características de costa baja y sin playas no se produce este proceso.

En la costa uruguaye el transporte litoral tiene un resultante oeste generando espigas que crecen en esa dirección. Contrariamente a la costa de San Antonio, en la costa atlántica uruguaye los vientos resultantes tienen un predominio desde el NE (Fig.6) es así que el transporte litoral se produce en dirección sur.

3.2.5 Vientos:

La influencia de los vientos en el río de la Plata exterior es de enorme importancia ya que ellos actúan principalmente como modificadores de la marea, provocando adelantos o retardos, además esta misma influencia produce variaciones en las corrientes, la salinidad y las olas.

No hay un gran número de estaciones que ofrezcan un buen registro de vientos pero el análisis de los datos existentes del Departamento Meteorológico y las cartas del tiempo indican que pueden ellos clasificarse en dos tipos:

- 1) Vientos correspondientes a la circulación general, ellos provienen desde el Pacífico sur y tienen dirección SW y S.
- 2) Vientos semilocales con bruscos cambios de dirección debido al continuo desplazamiento de un centro de baja que actúa al norte del Uruguay en la dirección NW-SE, "depresión del litoral".

La figura 6 ilustra los vientos anuales en Km/hora, según la escala de 1000 observaciones, para estaciones en las cercanías de la región estudiada.

Puede apreciarse que en la mayoría de los vientos observados son de el S hasta el NE.

Estos vientos son de carácter semilocal y llegan a desarrollar altas velocidades.

Los vientos del norte noroeste no son tan significantes como la sudestada, pero producen un arrastre de aguas en el río superior y medio favoreciendo la descarga fluvial rica en sólidos en suspensión.

Los vientos medios resultantes de la figura 6, indican que la mayor influencia anual es de vientos provenientes del sud

11111

y del oeste, y que solamente varan los hay desde el este. Los vientos del SE y E son solo de carácter secundario, generados por el centro de alta presión del atlántico sud occidental.

Si se observan las cartas del tiempo se puede constatar que la máxima circulación es desde el sur y oeste del país.

3.3 OLAS:

Se carece de mediciones sistemáticas de olas. Las observaciones son de carácter aislado o bien ellas son estimadas en base a tablas de predicción (B.E.B.º4, Dairen, 1967).

Se puede apreciar que el río de la Plata se caracteriza por el tipo de "ola corta", dada la poca profundidad.

Como se describiera anteriormente los vientos predominantes que actúan sobre el río de la Plata son desde el N y S, es decir, son vientos de tierra por lo cual el área de generación de olas está restringida a espacios pequeños.

Así sus efectos se deben de considerar como en el caso de los cuerpos de agua limitados o cerrados. De esta manera el "fetch" en el río de la Plata es "reducido" y no llega a tener una longitud mayor a 300 Km.

Para vientos del N casi se debe de considerar el mismo caso pues el área de generación del viento no se halla a más de 500 Km del río, por ello se debe de descartar la propagación de ondas largas dentro del río provenientes del N. El único viento que podría generar un "fetch largo" es el proveniente del sur ya que tiene 3.000 Km de espacio libre para la generación de olas, el inconveniente en este caso es lo accidentado del litoral y su poca profundidad.

No obstante es destacable su influencia aunque modificada, ella se manifiesta en el transporte de sedimentos hacia el norte debido por la convergencia de las corrientes sobre el lito-

11111

res. Estas olas son modificadas por efectos de otras corrientes, generadas localmente, pero de siempre producen un transporte de componente norte.

Finalmente queda por aclarar la acción sobre el litoral de las olas de tormenta, ellas son de:

- 1) Desde el Sud, creadas por el Paposo y que actúan sobre el litoral uruguayo rompiendo las arenas de playa y/o cubriéndolas por fangos transportados desde la playa submarina.
- 2) Desde el Sudeste, ellas actúan sobre la bahía de Montevideo y destruyen los depósitos fangosos de los rillanes de marea y de inundación de su litoral, en particular hacia la zona de Punta Piedras.

AGUAS

Los agentes físicos que actúan sobre los sedimentos del río de la Plata exterior pueden resumirse en corrientes de marea y corriente fluvial, ellas son afectadas notablemente por los factores meteorológicos, especialmente y olas asociadas con vientos de tormentas y corrientes semi-permanentes litorales.

Las corrientes de marea, produce el ingreso de agua marina dentro del río la que llega a alcanzar la zona del Corchillo, la corriente de de marea actúa como transportadora y distribuidora de los sedimentos finos, provenientes de río superior.

Las corrientes semi-permanentes litorales producto de la rompiente oblicua de las olas sobre la playa, transportan sedimentos arenosos a lo largo del litoral oceánico hacia el río.

Las corrientes y olas asociadas con tormentas producen la mezcla de sedimentos de las áreas arenosas con las arenas, cuando ellas actúan sobre el litoral, algunas veces arrastran y transportando sus sedimentos a otros sectores.

Es por ello que uno de los principales agentes de renovación de sedimentos, en particular en la zona exterior a los bancos, hacia el límite sur del río, son las olas de tormenta superpuestas a las corrientes de marea. Ello se pone de manifiesto en las playas luego de tormentas, cuando hay deposición de arenas con arenas calicheas y gran cantidad de conchillas no muy molidas y material fino limo-arcilloso que corresponden a zonas aledañas de la costa, no influyen

1111

por las aias normales.
La influencia de estos agentes en la región principalmente
por cambios climáticos estacionales, siendo muy importan-
tes para la distribución de sedimentos, ya que determinan
el actual esquema de la distribución de sedimentos super-
ficiales del Rio de la Plata Exterior.

//////

IV. ESTUDIO DE LOS SEDIMENTOS DEL RIO DE LA PLATA EXTERIOR:

4.1 TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN Y MÉTODOS DE ANÁLISIS EMPLEADOS:

4.1.1 Extracción de las muestras:

Los sedimentos extraídos en el Río de la Plata exterior son, casi en su totalidad, muestras superficiales del fondo, extraídas con dragas tipo Peterssen y Snapper. Un reducido número de muestras son de tipo vertical cuya extracción se hizo con phleger de 0.6 a 1.0 m y sacatestigos a pistón de 3 m (pistón coring tube).

Cada estación ha sido situada con *Boydist* o Radar y las cercanas a la costa por intersección con brújula taquimétrica.

4.1.2 Análisis granulométricos:

Todas las muestras extraídas fueron situadas en cartas de progreso y secadas a temperaturas no mayores a 80°C.

Del sedimento bruto, seco, se separaron 100 grs y se las atacó con un peptizante, en particular oxalato de sodio, hexametáfosfato de sodio o carbonato de sodio. El material totalmente desagregado se tamizó en húmedo a través de la malla N° 325 (0.047 mm) (Ostmann, 1957).

La ventaja del uso de este tamiz radica en que es retenida la fracción limo grueso, muy importante para la granulometría y mineralogía de la muestra, particularmente, cuando su moda se halla entre 0.125 mm y 0.0625 mm (ϕ 3 y ϕ 4).

En caso de haber mucha mica o restos vegetales, cosa que no ocurre en esta región, el método se ve limitado, ya que ellos "taponan" la malla. En este caso se recurre a la malla N° 230.

////

El material retenido en la malla N° 325 es secado y posteriormente tamizado, según los límites de la escala de Wentworth. Los valores de tamizado son graficados en papel semilogarítmico y sus parámetros estadísticos son calculados según Traak (1932) (1).

La fracción fina (malla N° 325) luego de decantarse es estudiada granulométricamente por el método de pipeta (Krambein & Pettijón, 1936).

Debido a la acción cuagulante de los electrolitos y cementante de los coloides orgánicos (Gripenberg, 1938), la fracción fina antes de ser pipeteada fué tratada de la siguiente forma:

- 1) Oxidación de los compuestos orgánicos mediante el ataque de peróxido de hidrógeno.
- 2) Lavado del material a fin de eliminar sales solubles.
- 3) Dispersión mediante el agregado de un peptizante, oxalato de sodio, carbonato de sodio, etc, y la agitación mecánica.
- 4) Llevado a pH neutro mediante el agregado de una solución alcalina.

Luego de este proceso la muestra se halla lista para ser analizada granulométricamente por el método de la pipeta de acuerdo a los procedimientos clásicos.

Con los valores porcentuales del tamizado y pipeteado se trazan "curvas completas del sedimento" y así se determinan los parámetros estadísticos (Traak, 1932) de la muestra total.

Los valores porcentuales de la arena, limo, arcilla, son graficados en el diagrama de Shepard (1956), el cual asigna

$$(1) M_d = Q_{50} ; \quad S_o = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}} = S_k = \sqrt{\frac{Q_1 + Q_3}{M_d^2}}$$

$$M_d \sigma = \sigma_2 \quad QD \sigma = (\sigma_3 - \sigma_1) : 2 \quad S_k \sigma = (\sigma_1 + \sigma_3) + 2\sigma_2$$

////

1111

-11-

la nomenclatura textural del sedimento en base a esos tres componentes.

4.2.3 Análisis mineralógico:

El estudio mineralógico comprende dos partes:

- a) Minerales de la "fracción arena" separados en dos grupos livianos y pesados, con bromoformo (p.e.-2.86) previa eliminación, con peróxido de hidrógeno de la materia orgánica.
- b) Minerales de la "fracción arcilla", determinados por rayos X.

4.2.4 Estudio de la fracción gruesa:

La fracción arena fue estudiada además por el método de la "fracción gruesa" (Shepard & Moore, 1954), que consiste en la selección e identificación de 100 partículas en cada fracción por recuento linear transversal.

El porcentaje de los constituyentes es expresado en los términos del total del material mayor a 0.062 mm. En esta determinación se consideran los dos componentes, terrígenos y biógenos.

4.2.5 Análisis químico de los sedimentos:

Los análisis químicos a que fueron sometidos los sedimentos del río exterior son:

- a) Contenido de insoluble de la fracción gruesa. Ella es atacada en frío, con ácido clorhídrico al medio, a fin de eliminar todo el $CaCO_3$ de la muestra y por diferencia se determina el peso de material insoluble.
- b) Contenido de $CaCO_3$ de la fracción fina, éste es determinado por gasometría.

1111

//////

la nomenclatura textural del sedimento en base a esos tres componentes.

4.1.3 Análisis mineralógicos:

El estudio mineralógico comprende dos partes:

- a) Minerales de la "fracción arena" separados en los grupos livianos y pesados, con bromoformo ($\rho = 2.88$) previa eliminación, con peróxido de hidrógeno, de la materia orgánica.
- b) Minerales de la "fracción arcilla", determinados por rayos X (1).

4.1.4 Estudio de la fracción gruesa:

La fracción arena fue estudiada además por el método de la "fracción gruesa" (Shepard & Moore, 1954), que consiste en la selección e identificación de 100 partículas en cada fracción por recuento lineal transversal.

El porcentaje de los constituyentes es expresado en los términos del total del material mayor a 0.062 mm. En esta determinación se consideran los dos componentes, terrígenos y biógenos.

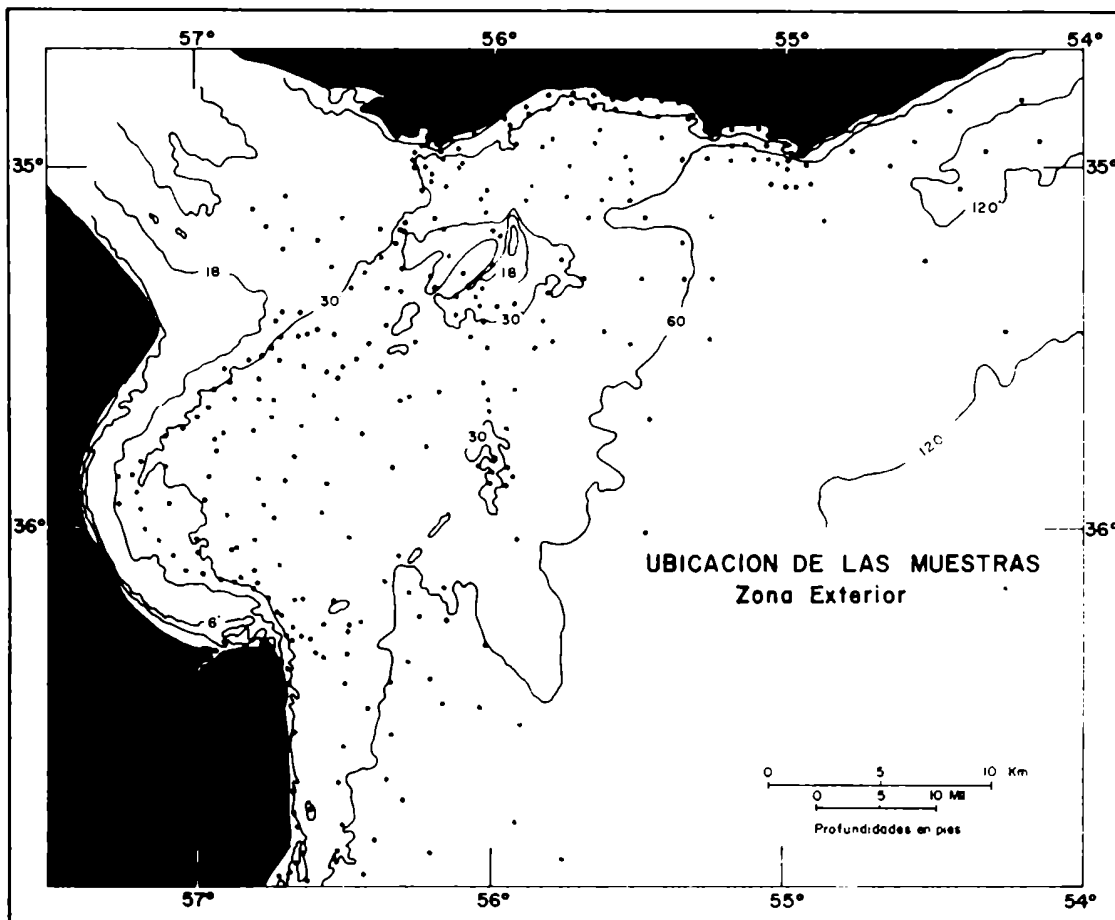
4.1.5 Análisis químico de los sedimentos:

Los análisis químicos a que fueron sometidos los sedimentos del río exterior son:

- a) Contenido de insoluble de la fracción gruesa. Ella es atacada, en frío, con ácido clorhídrico al medio a fin de eliminar todo el CO_2 Ca de la muestra y por diferencia se determina el peso de material insoluble.
- b) Contenido de CO_2 Ca de la fracción fina, este es determinado por gasometría.

(1) Esta determinación fue realizada por los Uros. G. Bonorino y J. de la Sac. de Ciencias Naturales.

//////



1. 7. Ubicación de las muestras en el

-3-

//////

c) Contenido de carbono orgánico, este se determina por oxidación química y titulación, método de Kedjahl.

4.2 CLASIFICACION GENERAL DE LOS SEDIMENTOS:

La primer clasificación de los sedimentos está basada en el mayor o menor contenido de la fracción gruesa (0.044 mm) o sea en el porcentaje retenido en la malla del tamiz N° 325. Esta distribución preliminar (Ottmann y Urieu, 1965), permite tener un concepto inicial de la repartición de los sedimentos de la región.

Ellos se clasifican en: fango, arena y fango, arena, arena con conchilla y/o "tosca". La figura 3 muestra la distribución de los mismos.

4.2.1 Fango: Sedimentos con menos de un 5% de fracción gruesa, en ellos predomina el limo arcilloso y arcillas. Este material se distribuye en forma de arco en la bahía de Samborombón, banco Piedras y Arquímedes y continúa bordeando la costa uruguaya hacia la plataforma; en este sector la faja de fangos se ensancha hasta llegar a tener 20 mil de ancho.

En la bahía de Samborombón los sedimentos fangosos del fondo están conectados con los sedimentos costeros; rellanos de marea (slikes) y de inundación (shorres).

Contrariamente, en la zona uruguaya los fangos se hallan separados de la costa por una franja de arenas litorales. Solo al oeste, en Montevideo, se conectan con el litoral en los pantanos y bajos de la desembocadura del río Santa Lucía.

//////

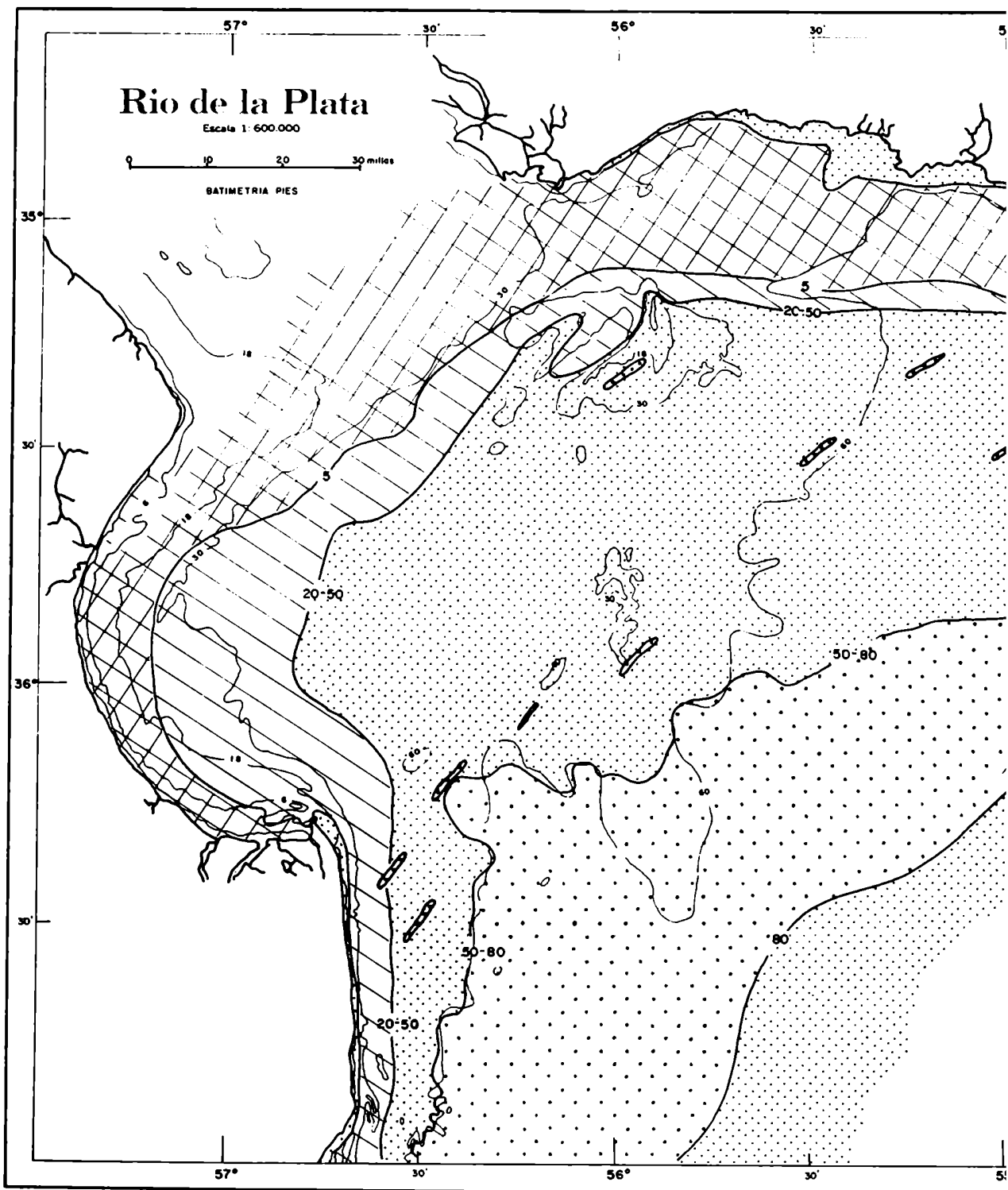
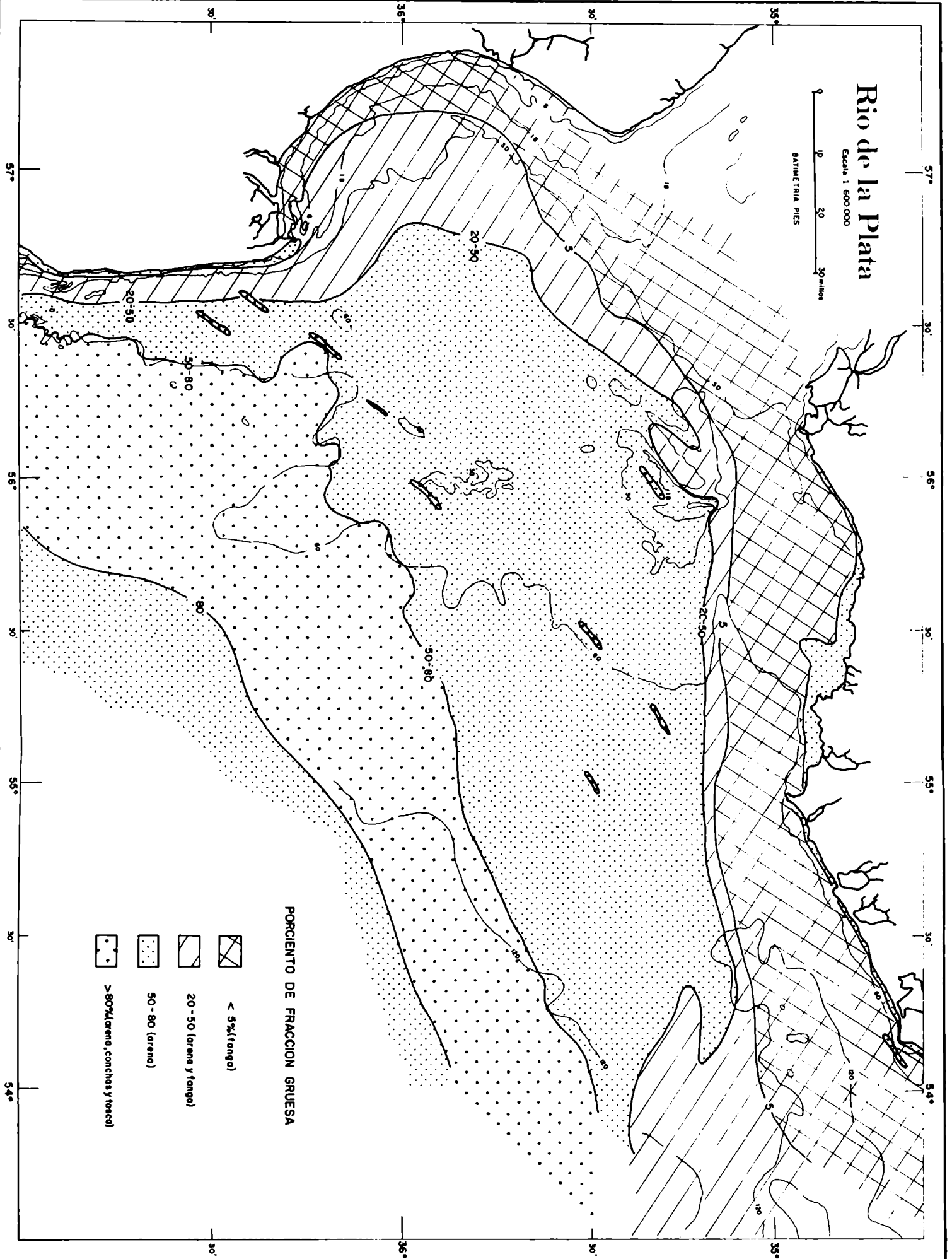
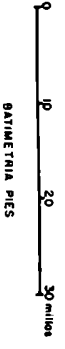






Fig. 8. Distribución generalizada de los sedimentos en función del porcentaje de arcilla gruesa (0.044 mm.).

Rio de la Plata

Escala 1:600,000



PORCIENTO DE FRACCION GRUESA

-  < 5% (fango)
-  20 - 50 (arena y fango)
-  50 - 80 (arena)
-  > 80% (arena, conchas y tosca)

//////

4.2.2 Arena y fangos: Aquí la fracción gruesa oscila entre 20 y 50%. Describen un arco como el de los fangos, pero más ancho al sudeste de la región, bahía de Samborombón y el Cabo San Antonio. Al norte se afina y hacia el este se ensancha al este de los $54^{\circ}20'$ de longitud. Ella es una faja de transición entre las arenas y los fangos.

4.2.3 Arenas: Son las muestras que continen de un 50 a 95% de fracción gruesa, por lo que se las puede considerar casi como arena pura. Predominan en el centro de la desembocadura del río, es decir, en la zona de los bancos. Se extienden hacia la plataforma continental adyacente donde sufren una modificación, aumentándose su contenido de conchas molidas.

Se observan además, arenas sobre la costa del Cabo San Antonio y costa uruguayana, éstas son arenas de playa y están restringidas a los efectos dinámicos de esa zona.

4.2.4 Arena con conchilla y/o tosca: Estas arenas tienen material orgánico de origen marino y rodados de "tosca". Constituyen una extensa faja que se extiende de sur a norte con rumbo $N 60^{\circ} E$; su ancho es mayor frente al Cabo San Antonio.

Esta faja no es uniforme como muestra la figura sino que alterna con la arena, en extensos manchones que cubren casi toda esa zona.

En el flanco sur del banco Inglés también existen manchones con este material, particularmente donde hay mayor remoción por las olas.

//////

33

-35-

4.3 PARAMETROS ESTADISTICOS:

Se han hecho dos tipos de análisis de la fracción gruesa y del sedimento total.

4.3.1 Valores estadísticos de la fracción gruesa (arenas), son con el fin de conocer las medidas de este material, selección, asimetría, etc. y permitir su comparación con las arenas de otras regiones.

La figura 9 muestra la distribución de las medianas (M_d) de la fracción gruesa del río de la Plata exterior.

Se nota un gradual aumento en las medianas, hacia la desembocadura del río, mientras que en el límite NW de la región estudiada, banco Piedras y Ortíz, como también la bahía de Samborombón y costa uruguaya predominan los valores menores a 0.062 mm (ϕ 4).

Se puede observar que en general las medianas de la "arena" se hallan comprendidas entre 0.06 mm y 0.18 mm (ϕ 4 y ϕ 2.4). Estos valores difieren totalmente del de las arenas del río medio y superior, ya que en ellas predomina la mediana de 0.06 mm (ϕ 4) (Urien, 1956).

Los contrastes de medianas en la fracción gruesa está dado particularmente por el mayor o menor contenido de conchas molidas, por lo que las muestras descalcificadas muestran una arena extremadamente uniforme y bien seleccionadas.

Las arenas del río exterior tienen un coeficiente de selección (S_o) que oscila entre 1.1 y 1.4 (Máximo 2.3) medianamente bien seleccionadas a bien seleccionadas.

Estos coeficientes tienen gran similitud con los determinados en los sedimentos marinos del litoral. Hough (1940), señala que los sedimentos marinos cercanos a litorales poseen coeficientes de selección (S_o) comprendidos entre los valores ya mencionados (1 y 2).

111

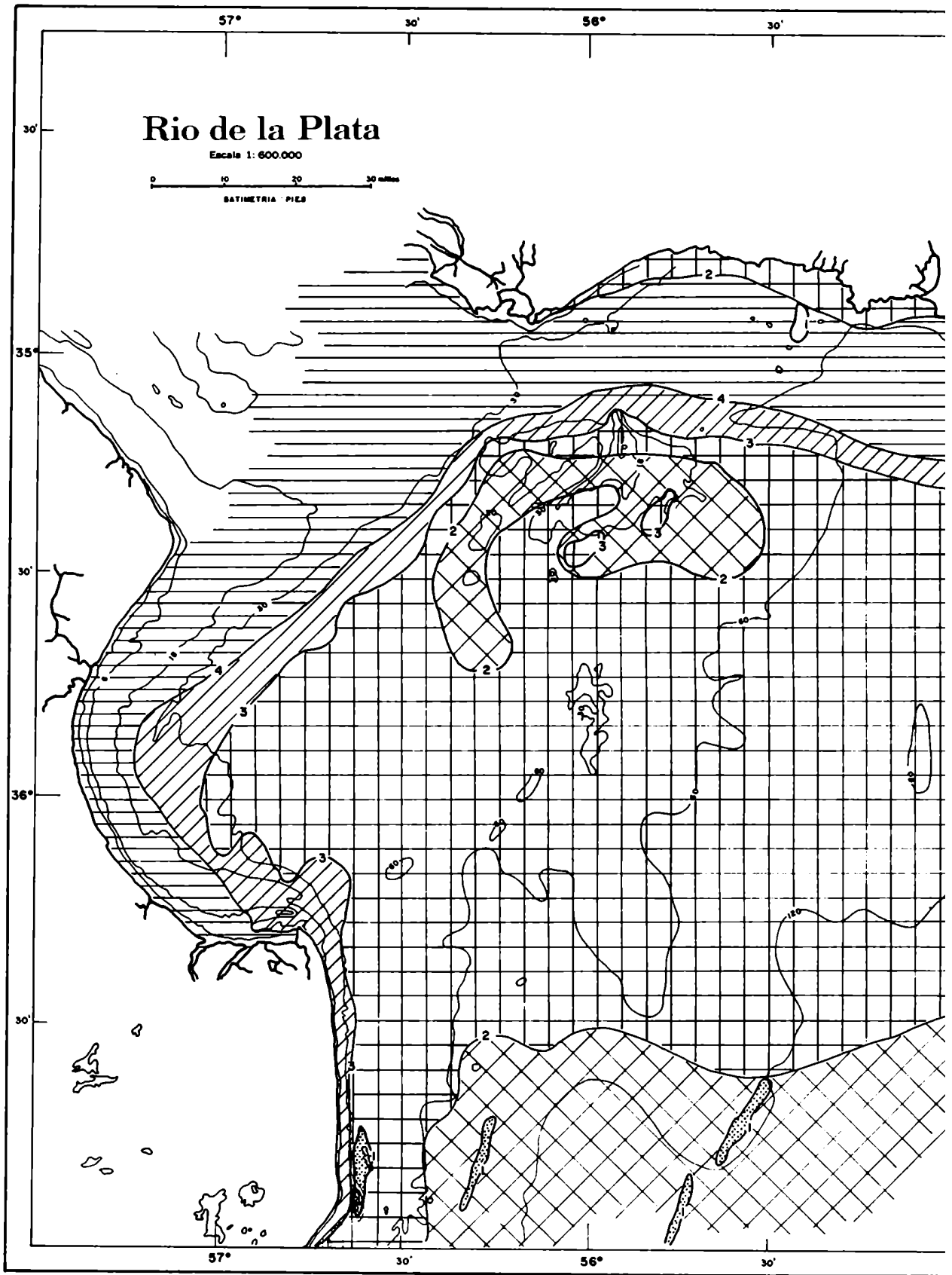
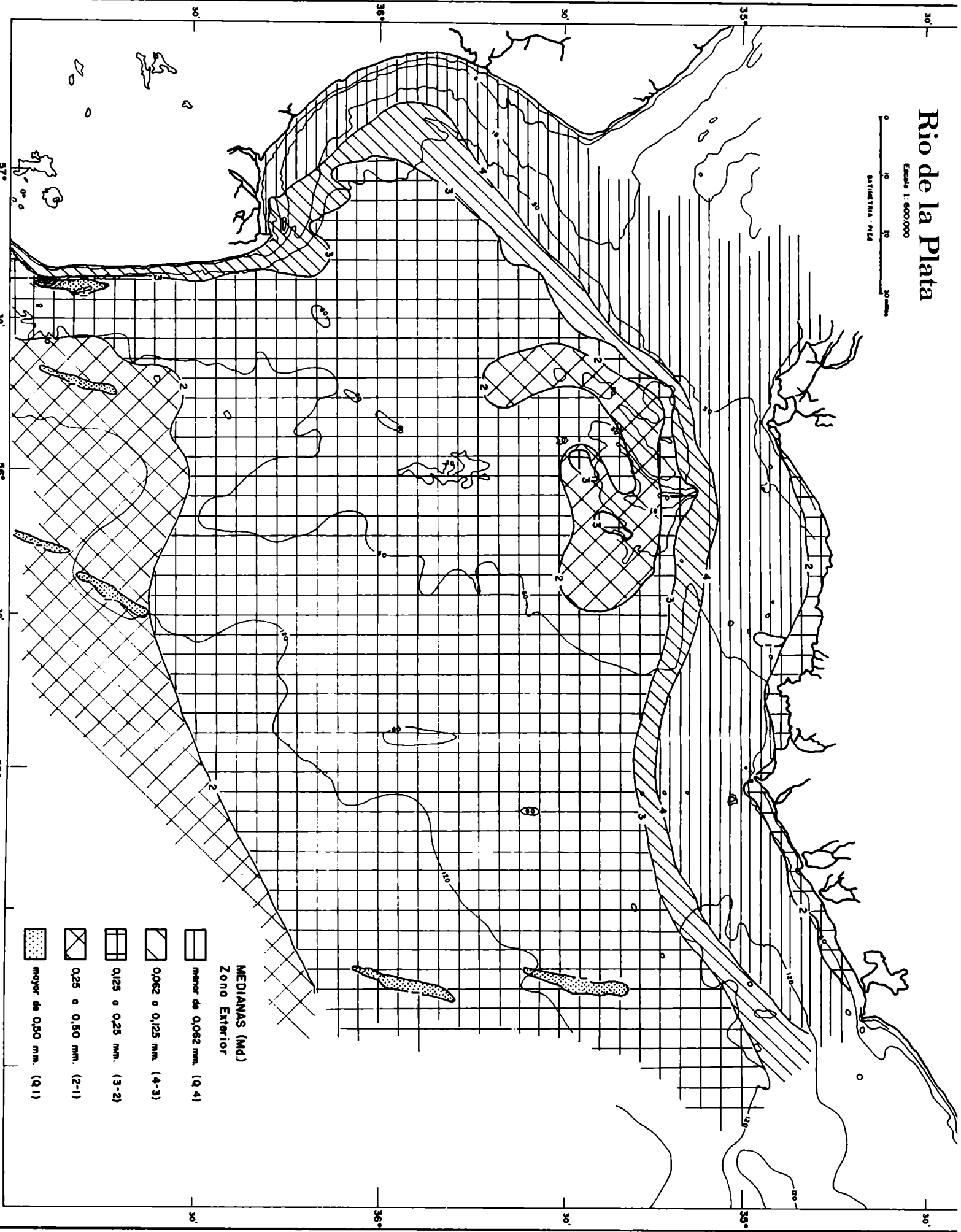
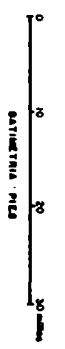







Fig. 9. Distribución de las medias (M_2) de la fracción arenosa.

Rio de la Plata

Escala 1:600,000



MEDIANAS (Md) Zona Exterior

-  menor de 0,062 mm. (Q 4)
-  0,062 o 0,125 mm. (4-3)
-  0,125 o 0,25 mm. (3-2)
-  0,25 o 0,50 mm. (2-1)
-  mejor de 0,50 mm. (Q 1)

Los valores de la asimetría (Sk) oscilan entre 1.92 y 0.86 y las curvas tienen un sesgo positivo que indica, como es lógico, un predominio de los elementos gruesos.

4.3.2 Valores estadísticos del sedimento total:

El análisis de los valores de las medianas del sedimento completo presentan un esquema diferente, ya que seusan notablemente la intervención de diferentes aportes en el río.

La figura 10 muestra las curvas más representativas de las zonas del río exterior y el cuadro III los principales valores del sedimento total.

Por ejemplo, los sedimentos finos con medianas menores a 0.03 mm (ϕ 5) tienen una marcada bimodalidad, puesto que los componentes medianos, arena fina-limo grueso dan un pico y la arcilla otro. La mayor abundancia de setos eleva las medianas a 0.08 mm y 0.14 mm (ϕ 3.6 y ϕ 2.8). Al casi desaparecer la arena, las medianas descienden a 0.003 mm (ϕ 8.6).

En la zona de predominio de arcilla (Fig. 8), la curva es unimodal pero su selección es mala (3.8 - 3.5).

En las zonas de transición de arena y fango las curvas son bimodales y con mala selección (4.2 - 3.2), no obstante ellas tienden a tener una asimetría (Sk) hacia las partículas gruesas.

En el sector de Punta Haca las curvas tienden a ser trimodales con muy mala selección (6.5 - 8.9) y con tendencia hacia las partículas gruesas, indicio de la influencia de la arena desde el mar.

Solo en la región de predominio de las arenas (zona bancos) se mantienen los valores indicados primeramente, lo que evidencia su no "contaminación" con elementos fluviales.

Ello sugiere que en esta región existen principalmente dos tipos de aportes como se detallan:

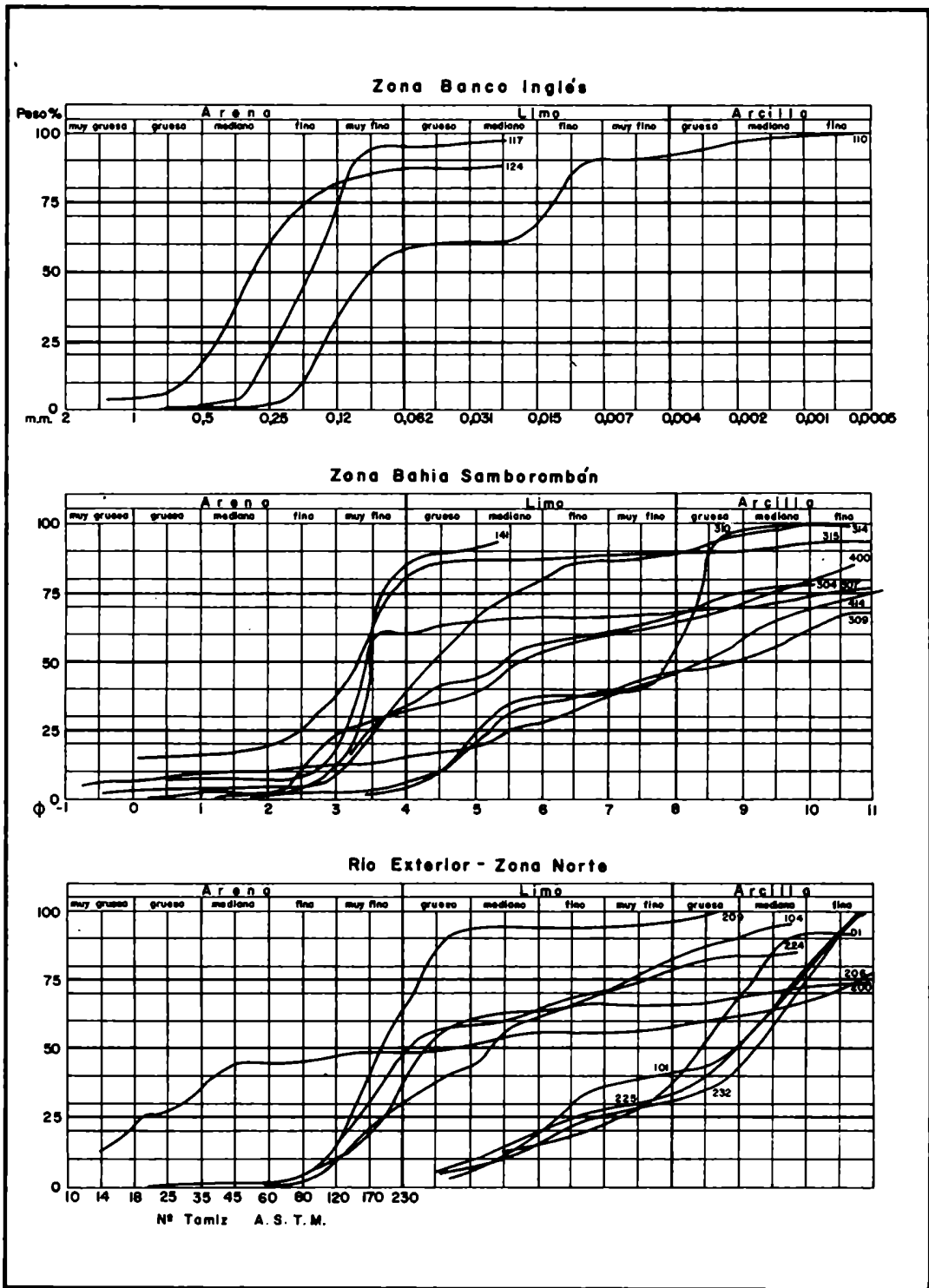


Fig. 10. Curvas acumulativas más representativas del sedimento completo.

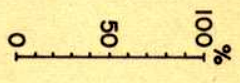
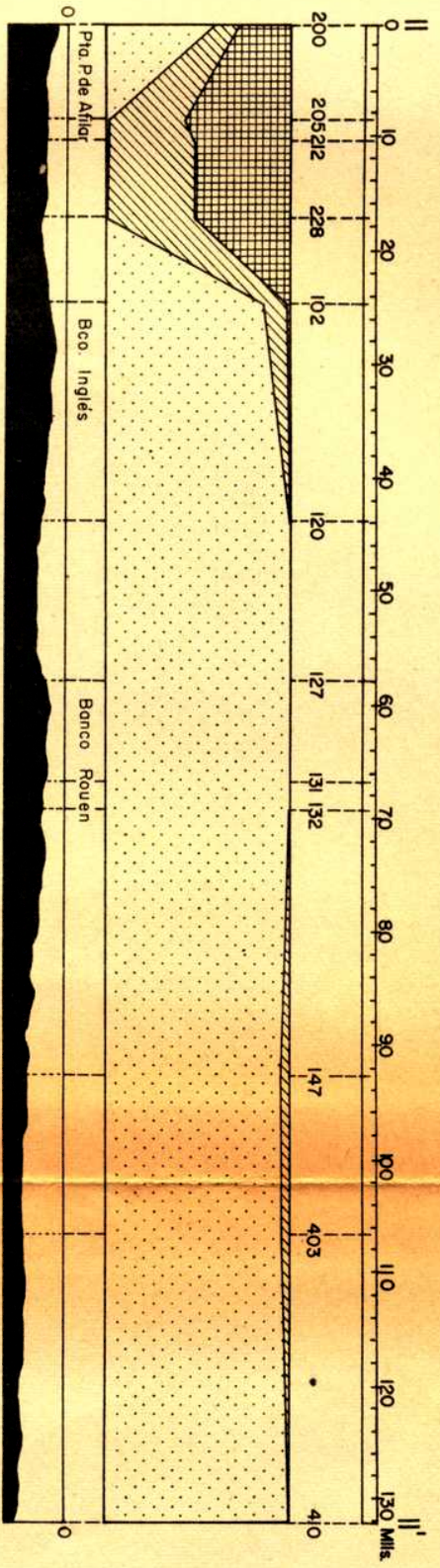
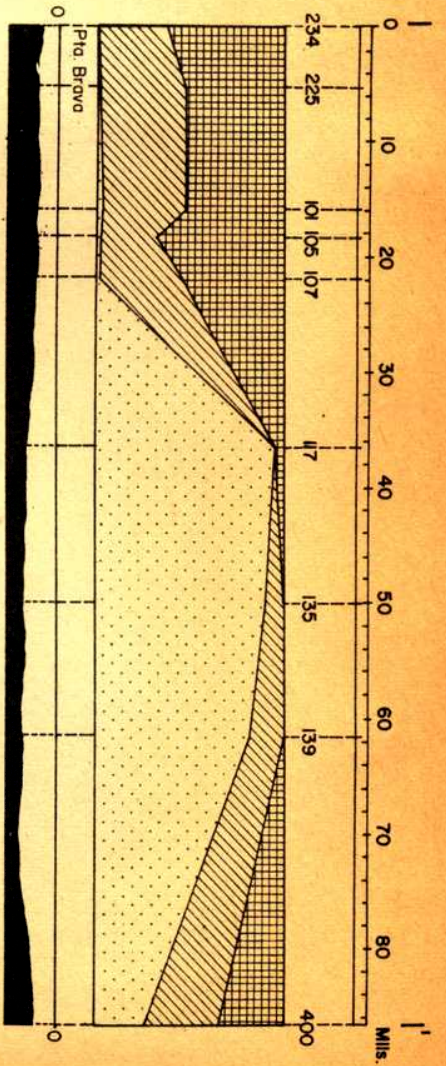
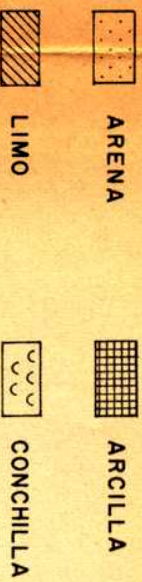
Fig. 11. Posible con la relación porcentual arena-limo-arcilla.

PERFILES

ARENA - LIMO - ARCILLA
Y

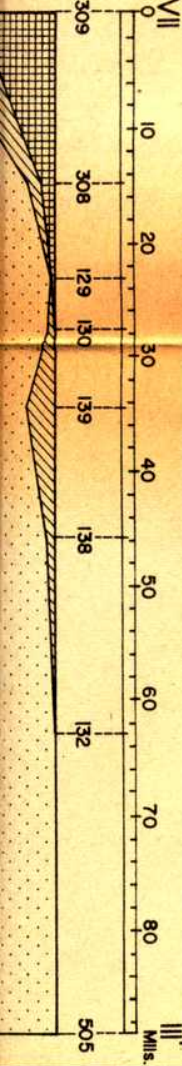
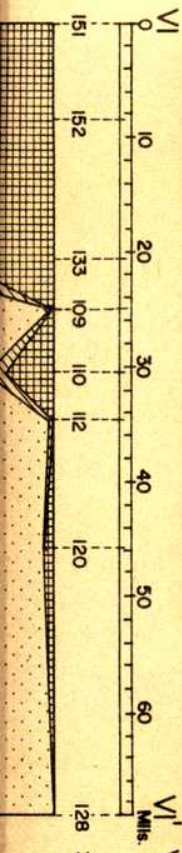
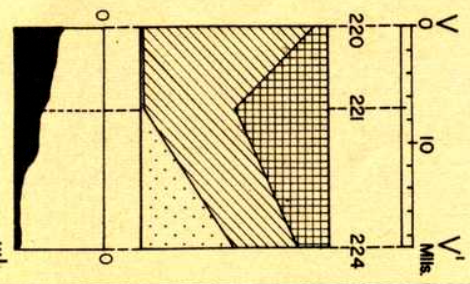
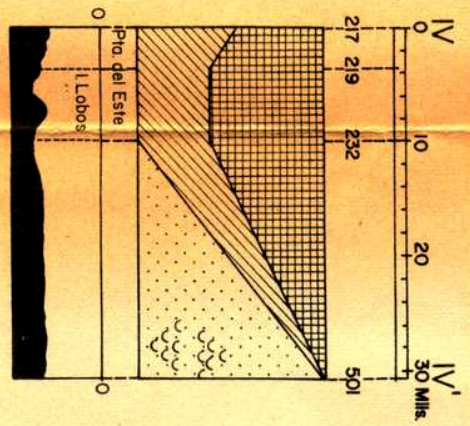
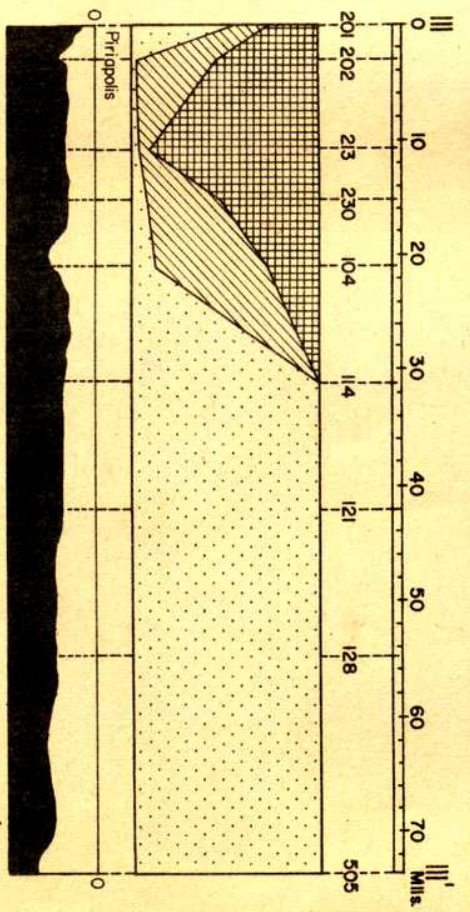
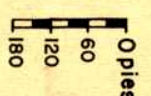
BATIMETRIA

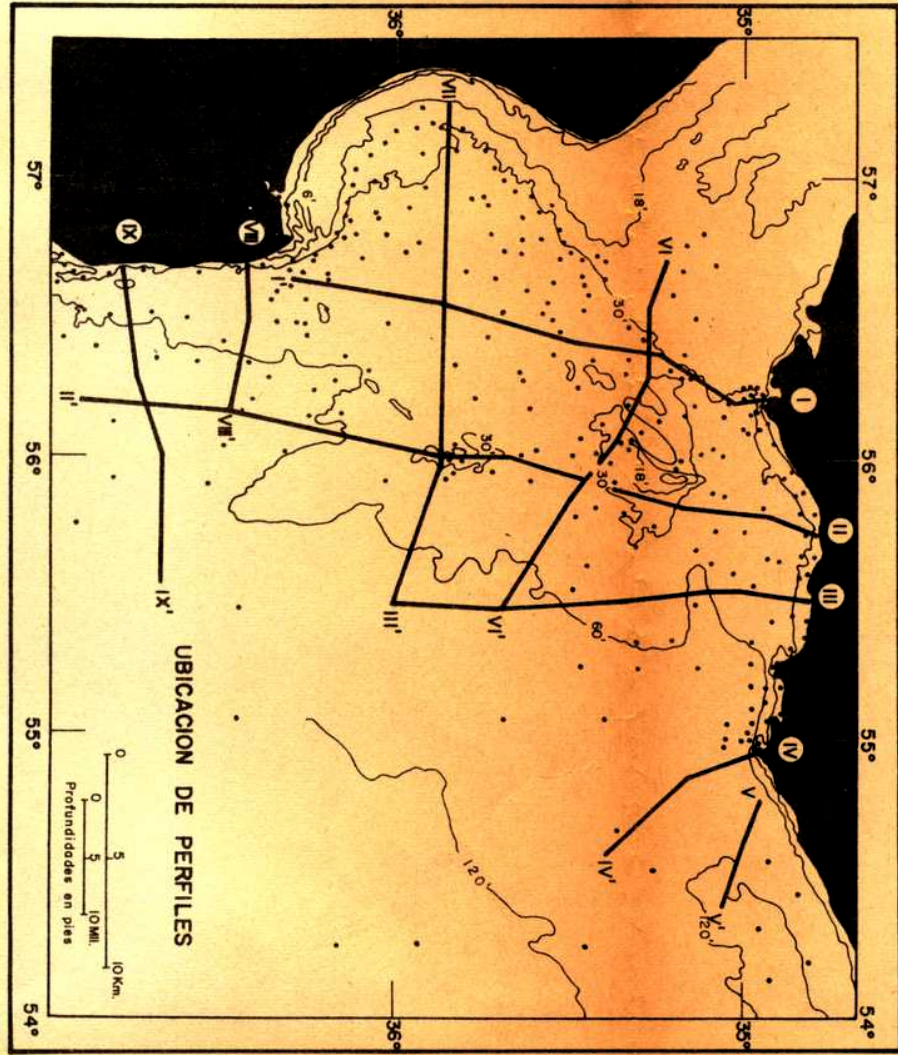
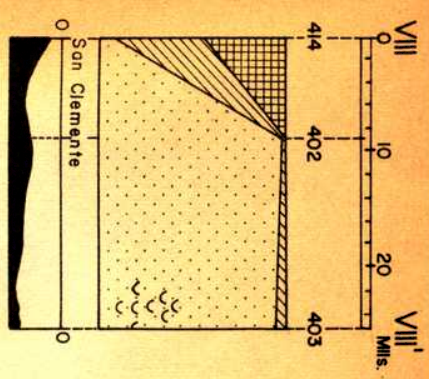
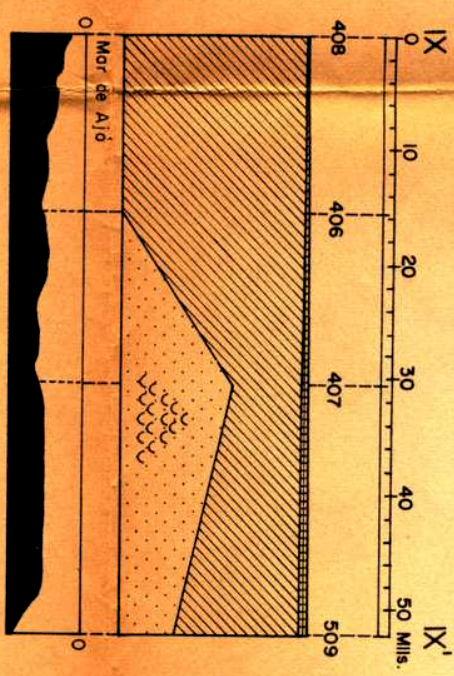
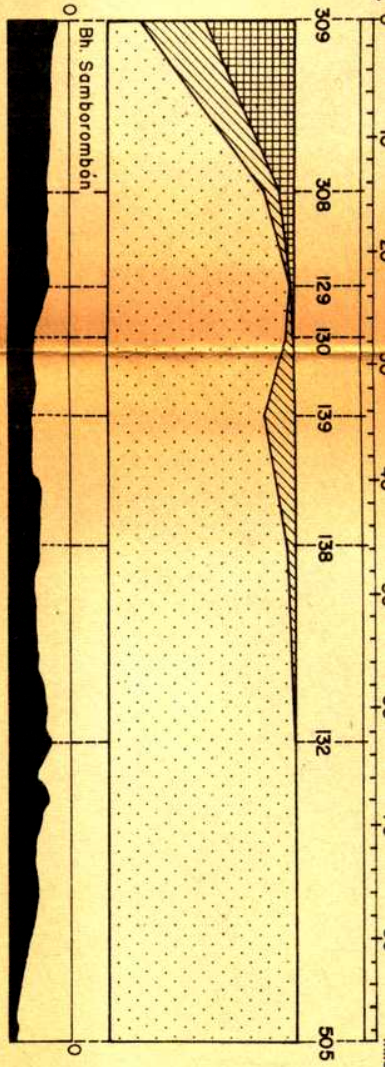
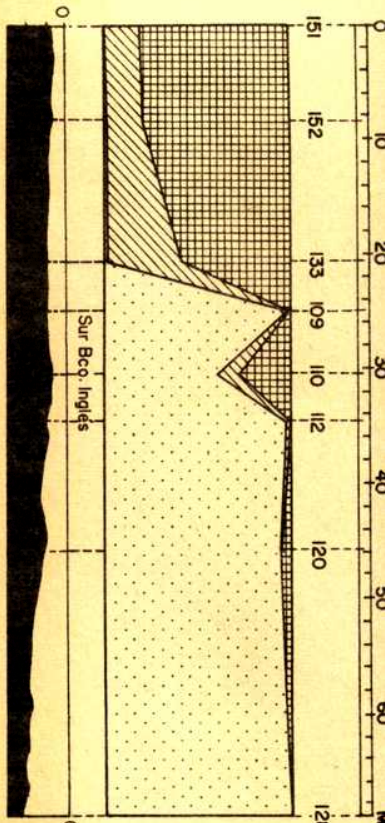
REFERENCIAS



Batimetría en pies

Escala vertical





- 1) Los limos y arcillas fluviales, que al ir mezclándose las arenas le hacen perder selección al sedimento y la asimetría indica el predominio de las arenas. Al noreste de la región, el predominio de los elementos finos es mayor (Fig. 9), no obstante las asimetrías se tienen positivas.
- ii) Las arenas de la plataforma y los bancos están bien seleccionadas y con medianas (M_d) uniformes. Estas al "contaminarse" con elementos finos, de origen fluvial, pierden selección y tienden a ser polimodales. La mayor expresión de este fenómeno se alcanza en el sector sudeste de la bahía de Samborombón, donde las curvas llegan a ser trimodales, la selección es mala y hay un dominio de partículas gruesas por el aporte marino (de litoral) a través de Pta. Rasa.

4.4 TEXTURAS SEDIMENTARIAS:

A partir del análisis granulométrico del total de la muestra (porcentaje de arena, limo y arcilla) y su ploteo en el diagrama ternario de Shepard (1956), se obtuvo la clasificación textural de los sedimentos del Río de la Plata Exterior.

La figura 11 presenta 5 diagramas, con las muestras más representativas de las zonas más clásicas del río y la figura muestra la distribución de las texturas sedimentarias en la región estudiada.

Los elementos más abundantes son la arcilla limosa y la arena. Le siguen arcilla, arena arcillosa, arena limosa, limo arcilloso, etc.

Es decir, se encuentran casi todos los componentes texturales de esta clasificación. Todas ellas se distribuyen en el río exterior en forma de arboles que se reparten sobre las costas.

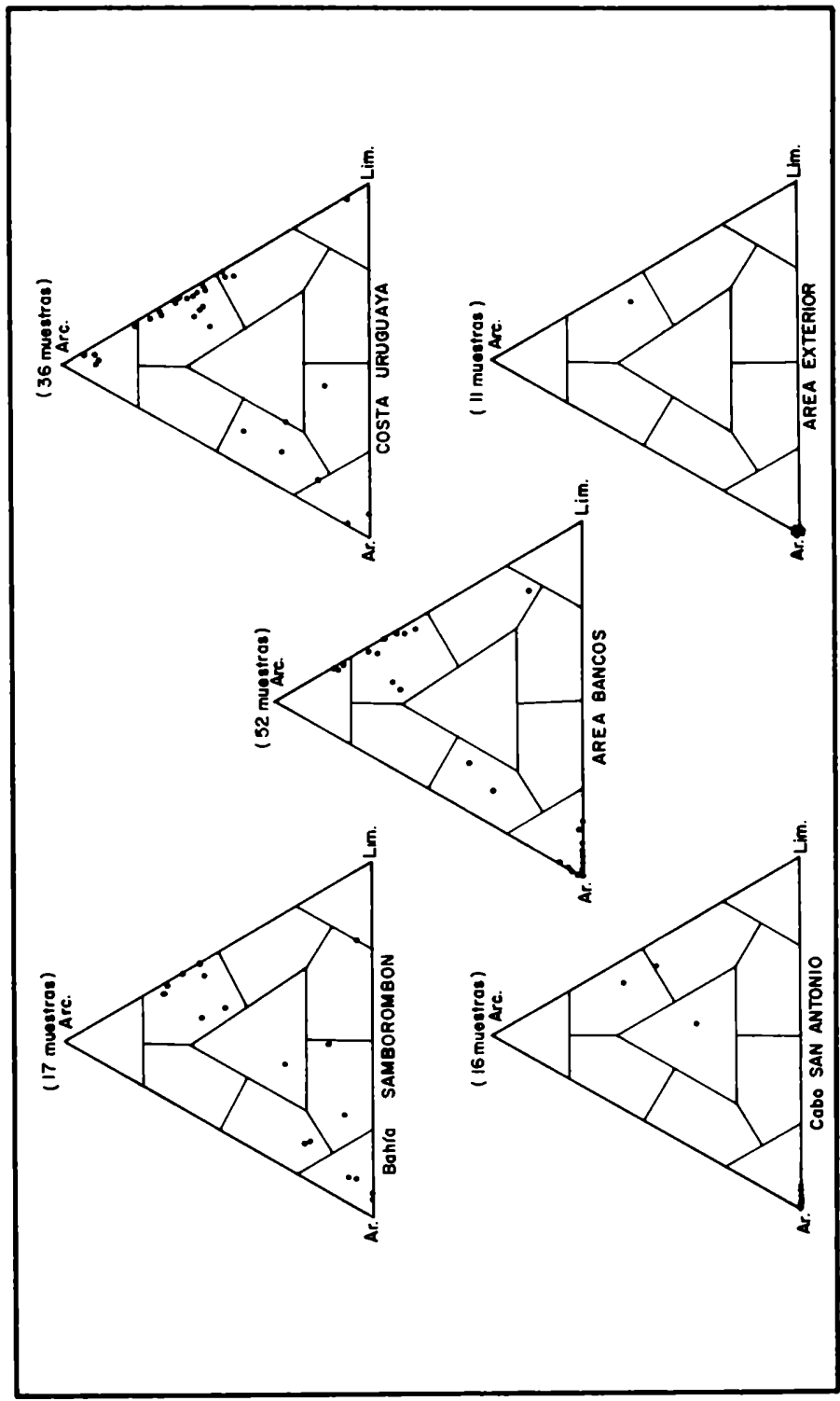


Fig. 12. Diagramas ternarios (Shepard, 1954 b) de los sedimentos más representativos.

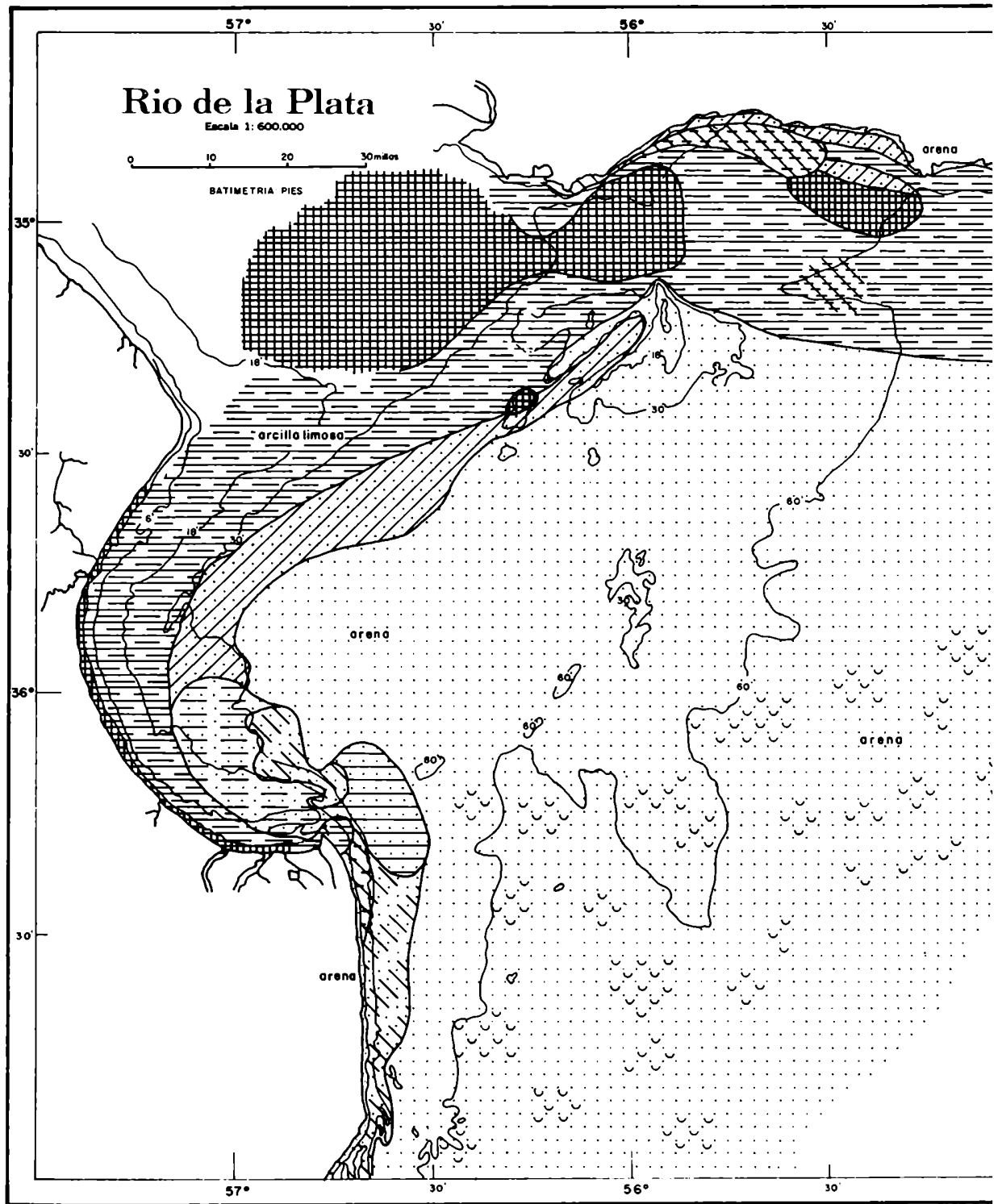
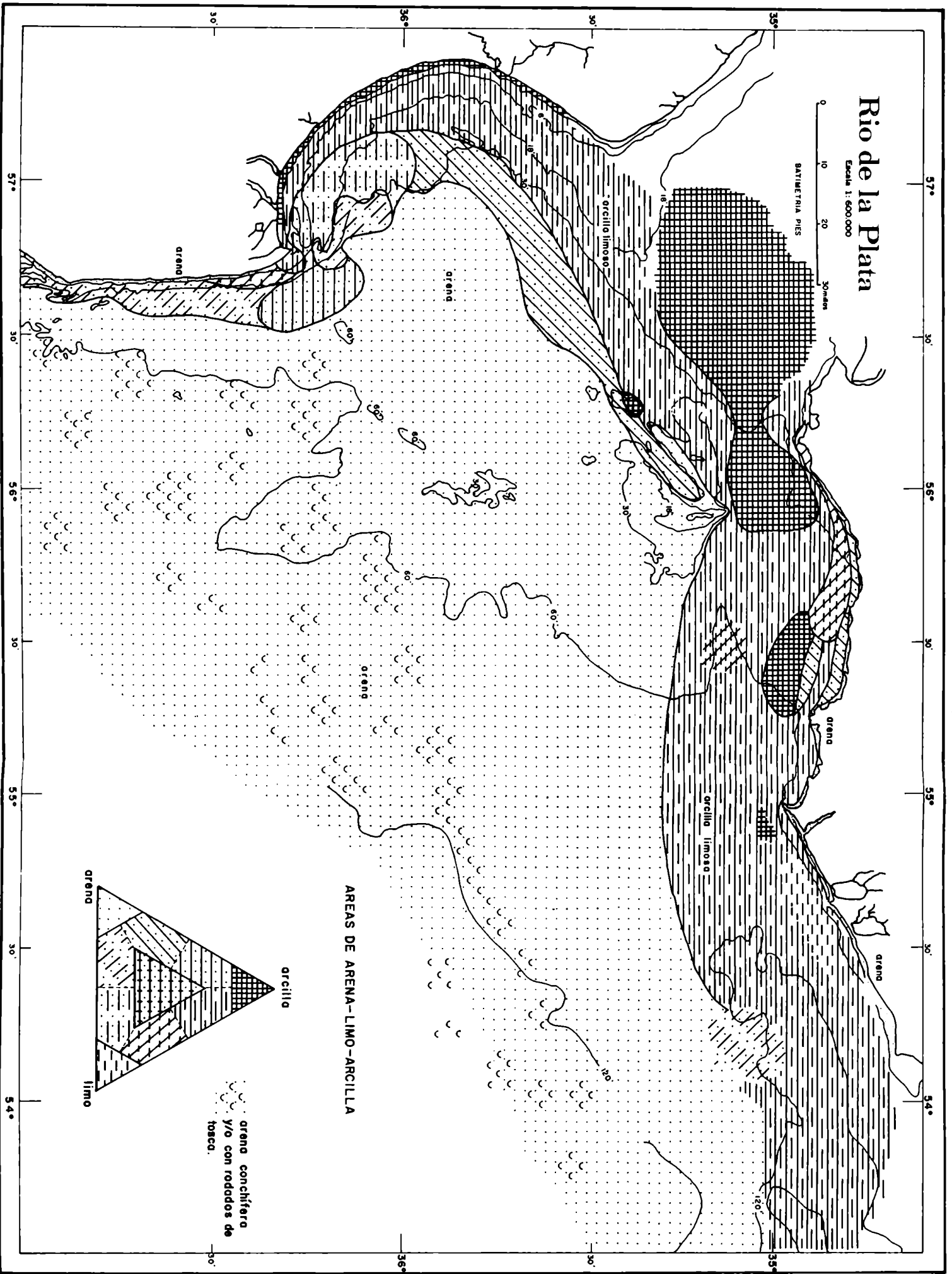
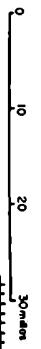


Fig. 13. Distribución de las texturas sedimentarias del Río de la Plata Exterior.

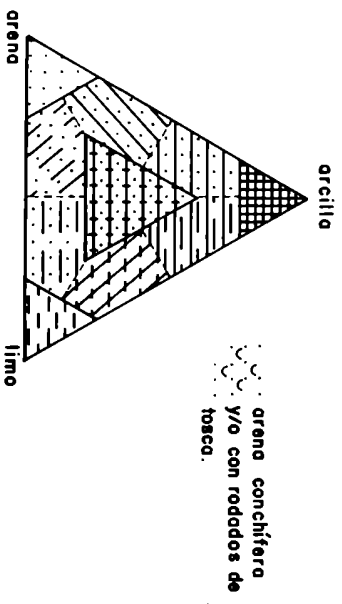
Rio de la Plata

Escala 1:600,000

BATIMETRIA PIES



AREAS DE ARENA-LIMO-ARCILLA



extiende desde la plataforma continental vecina.

Hacia el límite convencional del río, ya en la plataforma, en la arena hay un incremento de material biógeno (conchas) y rodados de tosca, color marrón grisáceo, muy pulidos y cubiertos de una patina de óxido de manganeso. Es así que a la representación de Shepard se le ha agregado un nuevo componente que es la fracción mayor de 1 mm, material retenido para estudio, en virtud de que por debajo de este valor es difícil la identificación de macroinvertebrados, (Curry, 1961). Este material se denominará como conchilla y es el que en general tiene más del 25% de conchas y rodados de tosca.

4.4.1 Arcilla limosa (fangos): Dentro de los sedimentos finos es el de mayor predominio. Se extiende desde Pta. Rasa hacia el oeste, describiendo un arco paralelo a la costa de la bahía de Samborombón; continúa siguiendo la costa uruguaya y aumenta gradualmente su ancho hacia el noreste, ya en la plataforma continental (Fig. 12). Allí tiende a rellenar zonas profundas, como canales con más de 120 pies de profundidad, esta localidad es denominada "Pozos de Fango" por el tipo de sedimentos.

Estos sedimentos están estrechamente relacionados con el transporte fluvial que sigue paralelamente la costa hasta más allá de Pta. Santa María (RCU).

Al sur, en la bahía de Samborombón, no tiene tan gran desarrollo debido a la mayor influencia oceánica.

4.4.2 Arcillas: Al noreste de los bancos Arquímedes e Inglés, al sur de Pta. Negra y Pta. del Este hay manchones con sedimentos donde predomina más de un 75% de arcilla. Ello se debería a la violenta floculación y sedimentación de gran parte de los coloides y arcillas transportados por el río ante la presencia

////

de agua con mayor salinidad.

En la bahía de Samborombón hay una larga y fina franja de arcilla que constituye los rellanos de marea (tidal flats).

En el área de arcilla-limosa y arcillas de la costa uruguaya, se han obtenido algunos testigos verticales los cuales indican un potente espesor de arcillas.

Así los testigos (Fig. 19) Z I, obtenidos al norte del banco Arquímedes, atraviezan más de 3 m de arcilla blanda; el C.L. 1, al norte de la Isla Flores tiene más de 2 m de arcilla marrón, muy blanda, en su base hay un nivel de conchilla.

El testigo C.L.2, al sur de Pta. del Este es igual al C.L.1 (Fig.). Los testigos obtenidos en los pozos de fango también atraviezan arcillas de más de 1 m de espesor y se sospecha que son mucho más potentes de lo atravezado.

4.4.3 arena arcillosa, Limo arenoso, Arena limosa, Arcilla arenosa:

Al sur del banco Arquímedes describiendo un arco sobre la bahía de Samborombón y prolongación paralela a la costa del Cabo San Antonio, hay una zona de sedimentos con una marcada variación textural.

En todos ellos la arena, en mayor o menor porcentaje, desempeña un importante rol.

En la figura 10 se puede apreciar que entre la faja de arcilla limosa y el "campo de arenas" hay una transición de arena limosa, limo arenoso, arcilla arenosa y arena limosa, notándose la mayor variación textural en el sector de Pta. Rasa. Ello se debe a que en este sector la influencia oceánica es muy marcada. Ella produce en la granulometría de los sedimentos un incremento del diámetro medio, mayor a 0.062 mm, con tendencia de las curvas hacia los gruesos.

////

////

Así en el sector de Pta. Bassa la intervención fluvial y marina origina una zona de "mezcla" de sedimentos.

Shepard (1964) denomina a estos sectores "parte inferior de bahía" o "desembocadura de bahía", debido a la acción combinada de los fenómenos que en ella se desarrollan; como ser, descarga fluvial y transporte litoral por acción del oleaje.

4.4.4 Arenas: Las arenas cubren el centro del río (zona de los bancos) y la plataforma continental. Ellas son medianas y finas (Md 0.15 - 0.12 mm). Tienen gran cantidad de fragmentos de conchas de pelecípodos y restos de equinodermos que se incrementan hacia el límite exterior del río.

En este área la arena oscila entre el 60% y 100% del sedimento.

Las arenas se extienden desde el sur de Punta Médanos y penetran dentro del Río de la Plata a los 34°20' de latitud sur. Llegan así hasta el banco Inglés y a los 35°20' de latitud S encuentran una franja arcillo-limosa que cesa su desarrollo hacia el norte.

En la plataforma continental, frente al litoral uruguayo, ellas siguen separadas de la costa, por la misma faja arcillo-limosa (Fig. 12).

El espesor de las arenas dentro del Río de la Plata no se conoce con certeza y solo se puede adelantar, en base de los pocos testigos verticales obtenidos, que en el banco Rouen es mayor a 1 metro, que entre éste y el banco Inglés es de 30 cm y por debajo de ellas hay fangos compactos, finalmente al sur del banco Inglés tienen un espesor de 50 cm y por debajo de ellas hay fangos grises con abundante fauna de pelecípodos.

Las arenas se extienden desde la plataforma adyacente al río

////

de la plata. Hacia ella el contenido de fragmentos de conchas de pelecipodos aumenta considerablemente y en partes llega a superar el 75%. En ellas abundan también los rodados y fragmentos de arenisca calcárea.

Todo este material denominado conchilla, cubre una ancha franja en la zona próxima al límite exterior del río. Su significado paleogeográfico es muy importante ya que la fauna que integra estos sedimentos, es de aguas someras y la arenisca calcárea es producto de procesos litorales sub-acuosos, (Morgan, 1954; Russell, 1962). Este material está asociado a una morfología de fondo muy particular. Ella presenta ondulaciones, suaves al este y abruptas al oeste, que constituyen cordones alargados de rumbo N 30° E, con diferencias batimétricas, entre sus crestas y senos, desde 65 piés hasta 115 piés.

Por el tipo de material que los constituye y sus formas tan particulares se piensa que son "antiguas playas de costa de barrera" en épocas en que el mar se hallaba entre 65 a 100 piés más bajo que el nivel actual (Winsconsin?).

Las arenas costeras y de playa en la zona del Cabo San Antonio son provenientes del mar y depositadas a lo largo de la costa por la acción de la deriva litoral desde el sur (Teruggi et al 1954). Ella es generada por las corrientes semipermanentes litorales y el efecto del oleaje oblicuo sobre la costa.

Estas arenas están restringidas a una estrecha faja costera (playa, playa submarina y barras litorales), ya que inmediatamente hay una franja de arena limosa que separa a las arenas de playa de las de plataforma.

En la costa uruguaya las arenas rellenan las pequeñas "bahías" y "playas".

////

Elas son de origen local, por erosión de su litoral arenoso y aporte temporario de los arroyos orientales. El transporte litoral de esta zona, de acuerdo a los vientos predominantes, es de componente este-oeste.

Referente a las arenas del litoral atlántico uruguayo, dado que han sido poco estudiadas, en el presente trabajo no se emitirá opinión; solo se puede agregar que en esa zona el transporte litoral tiene resultante sur debido a los vientos predominantes (1), lo que es un gran contraste si se considera que en el caso de San Antonio (Argentina) la resultante es de sur a norte.

La figura 10 presenta como complemento de la fig. 12, una serie de perfiles, con la relación arena, limo y arcilla y batimetría; que muestran las variaciones sedimentarias en el río exterior.

4.5 CONSTITUYENTES DE LA FRACCION GRUESA

Los elementos que constituyen la fracción gruesa, es decir material mayor a 0.044 mm, se pueden dividir en dos grupos principales; a) terrígenos; b) biógenos.

En el primer grupo se estudian los minerales livianos y pesados. En el segundo se separan los macro fósiles para su clasificación por géneros.

A estos elementos además se los considera en conjunto, con el objeto de la determinación de los constituyentes ambientales. Este método es el denominado "estudio de la fracción gruesa" (Shepard & Moore, 1954).

(1) El autor comprobó este fenómeno en el litoral atlántico uruguayo, al igual que Delany (com. verbal) Bigarella comprueba el mismo fenómeno en su estudio de movimientos de dunas costeras, las cuales tienen un mayor desplazamiento hacia el sur debido a vientos persistentes del sector NE.

////

////

4.5a) Terrígenos:

Para su estudio se separaron los minerales en dos grupos, livianos y pesados, por el método de flotación en bromoformo (p.e.= 2.88). Posteriormente ellos se montaron con bálsamo de Canadá.

Así se hizo un recuento de los minerales sin entrar en detalles de sus características técnicas, ya que otros autores especializados en este tema trabajaron en las cercanías de la región y hacen en sus investigaciones un detallado estudio de los mismos, (Goñi, 1952; Teruggi y sus asociados, 1958; Remiro y Etchichury, 1960). Es por ello que en el presente trabajo se le se tratará sobre la distribución de los minerales en la región.

Cabe destacar que los componentes terrígenos de la fracción gruesa predominan en la región en un 90%. Ellos decrecen hacia la zona de "conchilla" donde el contenido de terrígenos llega en algunos casos solo al 5%.

a) Minerales livianos:

Los minerales livianos son los más abundantes en las muestras (95% y 99%). Están integrados en orden decreciente por: cuarzo, plagioclasa, pastas volcánicas y feldespato potásico; el vidrio volcánico es muy variable y los gránulos, cuarcita y calcedonia son escasos. El cuadro VI ilustra el porcentaje de los principales minerales livianos.

La distribución del cuarzo es muy contrastante; en el centro del río es escaso, mientras que en la zona norte, Punta del Este y hacia Cabo Polonio, es el mineral predominante. Al sur del río y en su límite oriental también es escaso, lo mismo que frente al Cabo de San Antonio.

////

Este es rubredondeado y en general limpio, en fracciones menores a 0.12 mm es subanguloso.

Remiro y Etchepare (1960), sugieren que el predominio de cuarzo al norte del río se debe al aporte de las "arenas brasileñas", producto del basamento cristalino brasilero-uruguayo que penetran en forma de "lengua" hacia el río.

Delaney y Bigarella (comunicaciones verbales) coinciden en ese punto de vista, ya que los vientos predominantes en esa zona son del noreste, los que generan un transporte litoral hacia el sur. Al este de los Pozos de Fango, sobre la plataforma continental uruguaya, el cuarzo vuelve a ser escaso y con valores similares a los de las zonas aludadas al Río de la Plata.

Las plagioclasas tienen un predominio en el centro del río, al noreste y sobre la plataforma continental aludada, lo mismo ocurre hacia el sudeste de la región. El comportamiento del feldespato potásico es similar al de las plagioclasas.

Es así que los feldespatos predominan sobre el cuarzo en el litoral atlántico frente al Cabo San Antonio.

Los sedimentos en las zonas arenosas del río pueden considerarse, por análisis mineral, como subarcos, ya que la relación feldespato/cuarzo, según la clasificación de madurez de Folk (1954), da valores mayores a 0.1.

Las pastas volcánicas son de tipo básico y tienen gran predominio entre los minerales livianos, al punto de dar a las arenas un color pardusco. Estas se extienden, al igual que los feldespatos, hacia el sur y sudeste del río sobre la costa bonaerense.

El vidrio volcánico es algo abundante, se halla presente en las fracciones menores a 0.125 mm y es de tipo ácido.

////

Existen también gránulos de diferentes colores, predominando el gris. Estas son partículas fecales (faecal pellets) de los organismos que habitan entre los sedimentos.

b) Minerales pesados:

Los minerales pesados no son abundantes en el río exterior, ya que ellos en general no superan el 10% y su promedio oscila entre 2% y 5%.

Teruggi (1958), observa el mismo fenómeno en las arenas de la costa bonaerense, aunque destaca zonas con gran concentración de pesados, en particular opacos.

Los datos obtenidos están representados en el cuadro VI y agrupados de acuerdo al tipo de roca de que provienen, según los grupos característicos dados en la literatura (Krumbein and Sloss, 1963; Milner H.B., 1962; Krumbein & Pettijón, 1932).

La figura 14 grafica la distribución de los minerales pesados más comunes en las muestras.

Un caso de minerales típicos son la augita, hornblenda y el hipersteno que son elementos representativos de la suite mineralógica pampeano-patagónica (Teruggi, 1959; Remiro et al., 1960; Andreis, 1966).

La augita es el mineral más abundante en las muestras estudiadas y en el centro del Río de La Plata Exterior, que llega a tener hasta un 51% sobre los pesados. Le sigue en abundancia la hornblenda con un máximo de 30%, en la zona del Cabo San Antonio.

El hipersteno disminuye sensiblemente en la zona norte (0.5%) hacia la costa uruguaya; mientras que en la bahía de Samborombón y Cabo de San Antonio llega a alcanzar un 27% sobre los pesados.

////

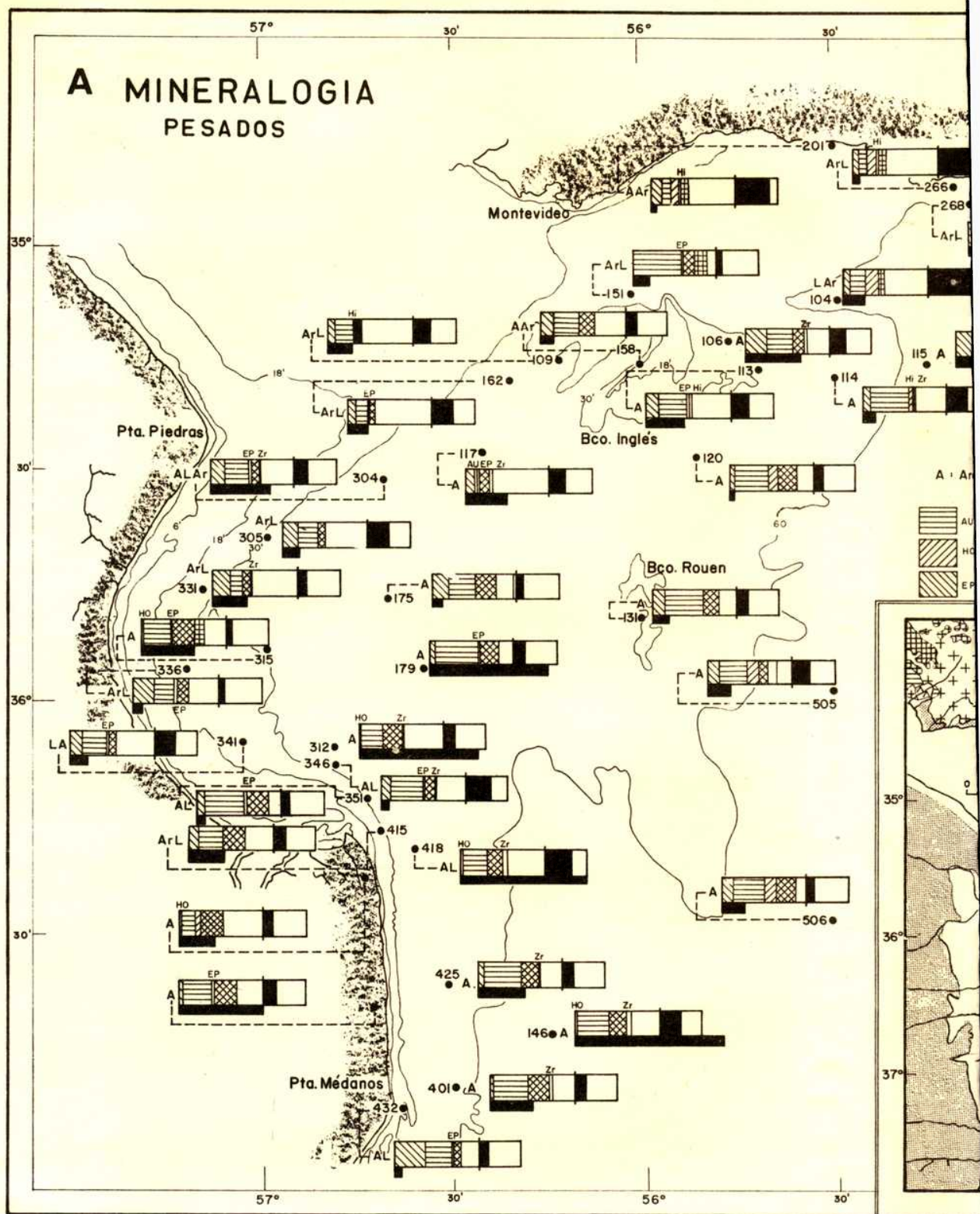
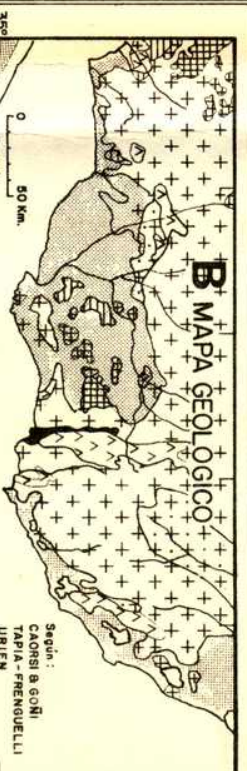
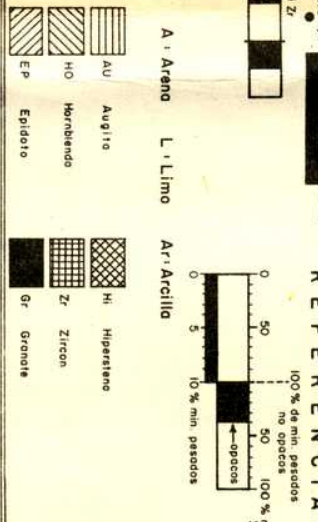
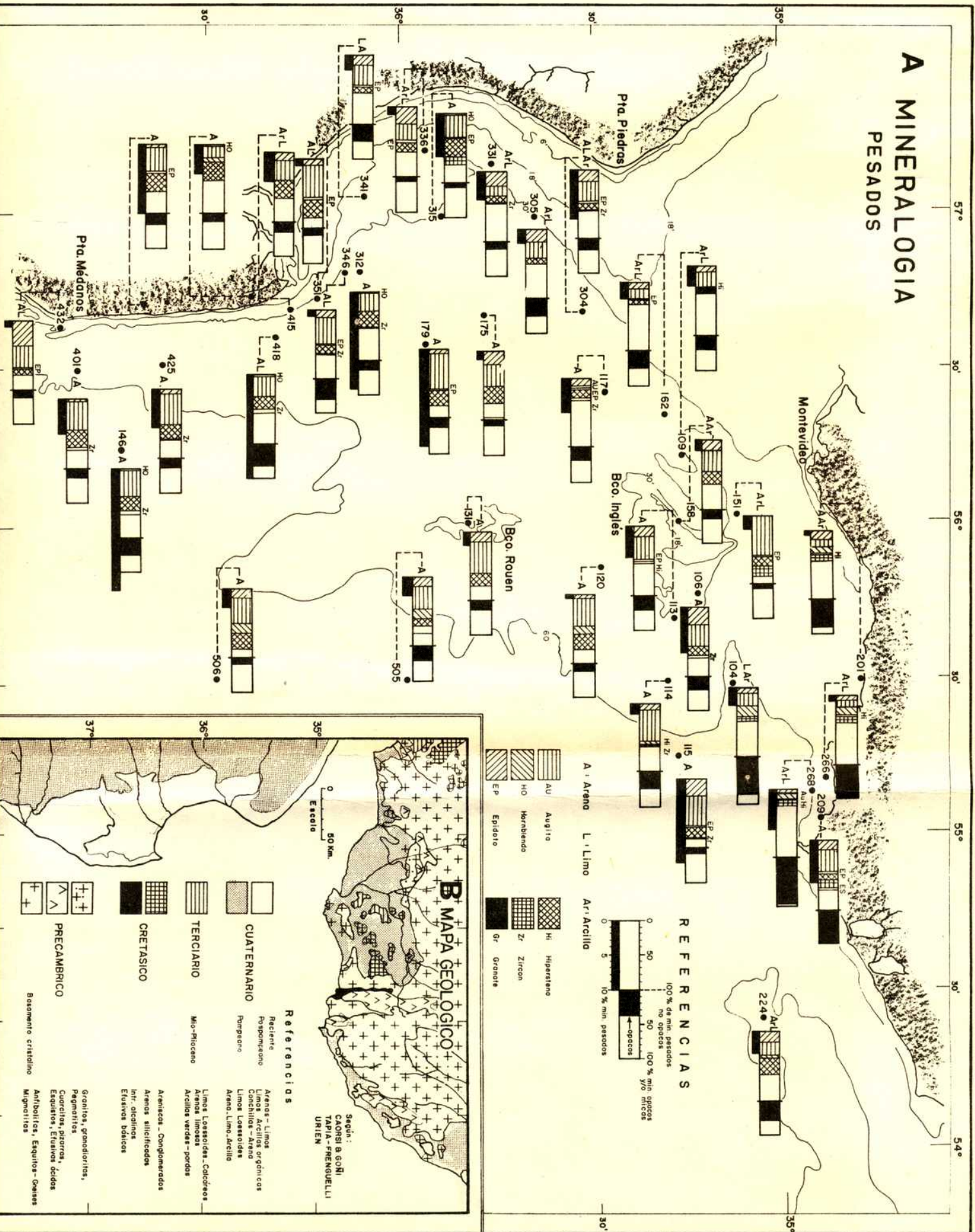


Fig. 14. Esquema de la distribución de minerales pesados (fracción gruesa) en el Río de la Plata Exterior. Se grafican los minerales más característicos en el sector izquierdo del bastón. En el derecho se grafica el porcentaje sobre los pesados de minerales opacos (incluyendo magnéticos) y/o mica. En la base el porcentaje total sobre la muestra de pesados. Las letras (izq.) indican el tipo de sedimento.

A MINERALOGIA PESADOS



Referencias

Reciente	Armas - Limos
Pleistoceno	Limos Arcillos orgánicos
Pampeano	Conchitas - Arena
	Limos Loesoides
	Arena Limo Arcilla
Mio-Plioceno	Limos Loesoides - Calcereos
	Arenas limosas
	Arcillas verdes - pardas
CRETASICO	Arenas - Conglomerados
	Arenas silíceificadas
	Int. alveolares
	Euforios básicos
PRECAMBRICO	Granitos, granodioritos,
	Pegmatitos
	Granulitas, gneiss
	Esquistos, filitas, dolos
	Amfibolitas, Esquistos - Gneiss
	Migmatitas
	Basamento cristalino

Los minerales de epidoto están presentes en casi todas las muestras. Al norte del río están en un 10-12%, mientras que en la bahía de Samborombón tienen un 3% y en el centro del río no superan el 1 ó 2%.

Los granates son algo comunes en las muestras, con valores bajos al sur del río, mientras que al norte, bancos y costa uruguaya, aumenta a valores de 4% y 6%, en el banco Inglés se encuentran las mayores concentraciones.

La turmalina y zircón son minerales poco abundantes, pero están también presentes en casi todas las muestras del norte del río.

Las pastas son comunes en las muestras ubicadas al norte de los bancos y también en la plataforma continental adyacente.

Los óxidos, incluyendo la magnetita, son abundantes en la zona norte (40% a 67%). En los bancos Inglés y Arquimedes son abundantes y decrecen hacia el sur, bahía de Samborombón (7% a 26%).

En el Cabo de San Antonio se presentan en un 33% sobre los pesados. Sobre la costa del Cabo llegan a valores del 20% (Teruggi, 1959), pero excluyendo la magnetita.

La mica prácticamente no se observa en ninguna de las muestras estudiadas en el río exterior ni en la plataforma adyacente y solo hay, con valores muy bajos, en la bahía de Samborombón (3% a 1%) y al norte del banco Inglés.

Se puede notar que los minerales provenientes de las rocas básicas son los más abundantes al sur de los bancos Arquimedes e Inglés. Ellos se distribuyen en el Cabo de San Antonio y en la bahía de Samborombón y se extienden también sobre la Plataforma adyacente al río hacia el norte. Remiro y

////

-47-

Etchichury (1963), destacan la extensión de esos mismos "minerales característicos" sobre la Plataforma Rio-grandense como una prolongación del aporte de sedimentos desde el sur^(*). Como señalaron Teruggi (1949), 1959), Mancosin (1956), Mauri-
de (1956), Emiro et al (1960), Bonafino (1963), Andreis (1966) los minerales más predominantes con características de las arenas riograndenses y del Pumpense por sus otros componentes, en particular las pastas, vidrio volcánico y feldespatos. Es por ello que estos sedimentos retransportados adquieren otros elementos para crear esta suite Pumpense-Patagónica, tan característica en la costa Bonaerense.

Hacia el centro y norte del río se hacen notar la influencia de minerales provenientes de rocas ácidas y metamórficas, provistas evidentemente por el basemento precámbrico del Uruguay y Brasil.

Goni (1952), señala en las arenas de playa del Uruguay un casi total predominio de minerales metamórficos. Destaca además, la existencia de algunos ejemplares básicos.

En las arenas próximas al Uruguay, Zona Norte, se destacan también los minerales de carácter básico que quizás provendrían de las rocas efusivas básicas del Mesozoico del Uruguay (Cretácico).

La distribución mineral de la región estudiada, concuerda con la distribución de las arenas del Río de la Plata exterior y Plataforma adyacente. Ellas, lo mismo que su suite mineral, sugieren una marcada influencia de material proveniente del sur.

Por otro lado, las arenas de la zona norte y costa uruguaya, indican que ese material tiene elementos predominantes que provienen, en gran parte, del escudo de Brasilia.

(*) Ellos sostienen la hipótesis de que los minerales llegaron hasta allí transportados por la corriente de Malvinas. En realidad el transporte de arena se reduce a la zona de playa por efectos de olaje.-

////

//////

-4-

4.5.2 Biógenos:

El material biógeno mayor a 1 mm, denominado "conchilla", es decir, los macroinvertebrados, fué separado del resto de la fracción gruesa para su estudio. Si bien este todavía no se ha completado, se pueden adelantar algunos de los resultados obtenidos.

Fundamentalmente hay cuatro zonas características: Samborombón, banco Inglés (este), costa uruguaya y la Plataforma aludada en el sector denominado "conchilla".

En Samborombón los géneros más comunes son:

<u>Pelecípoda</u>		<u>Gastropoda</u>	
<i>Macra isabelliana</i>	++	<i>Tarbenilla dispar</i>	++
<i>Macra marplatensis</i>	++	<i>Halystilus columna</i>	
<i>Macra fueguina</i>		<i>Erodona Mastrucoides</i>	+
<i>Plicatula spongiosa</i>			
<i>Ostrea pulcherrima</i>	+		
<i>Pecten teguelchen</i>			
<i>Glyceremis longui</i>			

Estos ejemplares son en su totalidad fósiles. Ellos se hallan incluidos en los sedimentos fangosos de la bahía y forman un arco en el cual los ejemplares disminuyen hacia el este (límite con las arenas).

Esta zona no es el actual hábitat de esa fauna, por lo que se presume que ellos provienen de los depósitos conchales (cordones litorales) erosionados, en particular por las olas de tormenta.

Al este del banco Inglés existen algunos ejemplares de Macra,

+ Abundante.

++ Muy abundante.-

//////

1111

Plicátulas, Erodoras, etc., que decrecen hacia el sector arcano
so en el centro del río. En él los elementos biógenos (pelecí-
podos, gastrópodos) son muy escasos y solo aparecen algunos
equinoideos principalmente anseres.

Al norte del río (costa uruguaya) los ejemplares se hacen más
abundantes y variados hacia la costa, particularmente en Pta.
Negra y Pta. del Este. Los ejemplares hallados son:

Pelecípoda

Gastrópoda

- Mastra isabeliana* ++
- Plicátula spongiosa* +
- Nytilus platensis*
- Diplodonta* sp.
- Ostrea puelcheana* ++

- Turbonilla dispar* ++
- Buccinanops* sp. ++

Si bien en la litagatara son descriptos otros ejemplares, ellos
no fueron hallados en las muestras (Marattini et al, 1960; Paro-
dis, 1962).

Un detalle importante de destacar es que en ese sector las con-
diciones ambientales marinas son mucho más marcadas, en particu-
lar, en las inmediaciones de Pta. Negra y Pta. del Este.

En la zona de "conchilla", es decir, sobre la plataforma conti-
nental adyacente al río, existe una larga faja de sedimentos "gru-
sos". Ella se extiende desde casi Punta del Este hasta la zona
del Codo de San Antonio (Fig. 13), con un rumbo de N 30° E y en
profundidades promedio de 80 a 120 pies al norte y 30 a 100 pies
frente a San Antonio.

Los ejemplares hallados son:

Pelecípoda

Gasterópoda

- Diplodonta* sp. +
- Pecten teguelchus* +
- Mastra isabeliana* ++

- Drupa neocóchena*
- Turbonilla* sp. +
- Hallystilus Columella* ++

1111

////

<i>Nacra narplatensis</i>	++	<i>Macostreanus</i> sp.
<i>Nacra fueguensis</i>		<i>Galiptera</i> sp.
<i>Ostrea puelcheana</i>	++	<i>Litoridina</i> sp.
<i>Plicatula spengiloidea</i>	+	
<i>Chione</i>		
<i>Pitaris rostrata</i>		
<i>Mytilus platensis</i>	+	
<i>Glycymeris longicollis</i>	+	

Estos ejemplares son en general los mismos descritos por Carcelles (1944) para la costa de Hecóchea y que Ducloux Jurado (1938) denomina fauna Magallánica. En la región en que han sido extraídas las muestras se conservan las características de su típico "habitat", es decir, fondos arenosos y/o yesosos (areniscas calcáreas, incluso en las profundidades de 80 y 120 pies). Es por ello que a esta fauna se la considera como relicto de aguas someras, es decir, antiguas líneas de costa.

4.3.) Constituyentes ambientales (Fracción gruesa).

El método de estudio patrocinado por Shepard y Moore (1934) que denominan "método de la fracción gruesa", permite determinar el tipo de ambiente según los constituyentes del sedimento grueso (0.06 mm.). La figura 15 ilustra la composición de las muestras más típicas que representan los ambientes más característicos de la región estudiada.

Así ellos se pueden agrupar bajo el término de facies, en la cual se incluye el registro sedimentario de un ambiente deposicional o grupo de ambientes (Van Andel & Curray, 1959).

Las facies que se reconocen en el río exterior son la Fluvio-marina y Marina.

La primera es aquella "zona marginal" en la que actúa principalmente el río y donde los efectos marinos se hacen notar en la modificación de los caracteres fluviales de la desembocadura del mismo.

////

////

-51-

En la facie marina se desarrollan los fenómenos ocednices de caracter litoral, playas submarinas y plataforma prelitoral, pero ellas, debido a la gran influencia fluvial, presentan algunas modificaciones.

La descripción de los diferentes ambientes se basa en el análisis granulométrico y en los componentes minerales y orgánicos de sus sedimentos.

El ambiente fluvial fué incluido en el grupo Fluvio-marino, debido a que en la región del Río de la Plata Exterior la acción fluvial se ve algo modificada por la intervención de fenómenos exteriores a él, que la convierten en una zona transicional. El cuadro VI describe los principales rasgos diagnósticos de cada ambiente.

4.6 DESCRIPCION DE LAS FACIES Y SUS AMBIENTES:

4.6.1 FLUVIO-MARINO:

1 Fluvial:

Casi en su totalidad está conformado por sedimentos finos. Estos sedimentos son arcillas limosas homogéneas, sin estratificación, llegando a tener, en partes, más de 6 metros de espesor.

Este ambiente carece de morfología de barras y bancos fluviales y solo presenta canales.

El canal principal que viene desde el río superior y pasa por "El Codillo", está limitado por los bancos Ortis y Piedras; al encontrar el banco Arquimedes se bifurca en dos brazos, uno sigue por el norte y el otro se desvía al sudeste. Al norte de dicho banco, siempre en una zona de arcillas y arcillas limosas, se extiende este ambiente tratando de llegar al límite exterior del río (Pta. del Este).

////

TABLA VI

FACIES AMBIENTALES

(rasgos descriptivos generalizados)

	Litología	Composición y Texturas
<u>CLIVIO MARINO</u> Pluvial	Areilla y limo arenilloso homogéneo. Arear casi ausente.	Abundantes fibras vegetales. Escasos restos de conchas y foraminíferos.
Elvicio Marino a) interior b) de desembocadura	Areilla limosa homogénea, luego de 1 m, intercalaciones arena fina oscura e/ restos de conchas. Ídem.	Ídem. Mica casi ausente. Escasas fibras vegetales. Abundancia de restos de conchas; equinóides bryozoarios; entrecodos y foraminíferos menos abundantes.
Bahía Central húmedo	Agua oscura, areilla en los rellenos de arena. Areilla limosa y arenosa. Homogénea; intercalaciones de arena y conchilla. Estructuras moteadas (disturbadas).	Terrígenos abundantes. Conchas y restos de conchas. Escasos foraminíferos, entrecodos y restos de vegetales.
Ena bocadura de Bahía	Arena y arena limosa. Texturas moteadas y alternancias arena arcillosa con conchilla y rodados calcáreos.	Terrígenos abundantes. Siguen conchas; escasos foraminíferos y equinóides.

TABLA VI

FACIES AMBIENTALES

(rasgos descriptivos generalizados)

	Litología	Composición y Texturas
ZUVIC MARINO Bluvial	Arcilla y limo arcilloso homogéneo, arena casi ausente.	Abundantes fibras vegetales. Macros restos de conchas y foraminíferos.
Marino a) Intérior b) de desembocadura	Arcilla limosa homogénea, luego de L. M., intercalaciones arena fina oscura y restos de conchas. Idea.	Idea. Muy casi ausente. Escasas fibras vegetales, Abundancia de restos de conchas, equinuridos, bivalvulinas, ostracodos y foraminíferos abundantes.
Bahía Central Intérior	Arena oscura, arcilla en los rellenos de arena. Arcilla limosa y arenosa. Homogénea, intercalaciones de arena y conchilla. Estructuras notadas (disturbadas).	Terrígenos abundantes. Conchas y restos de conchas. Restos foraminíferos, ostracodos y restos de vegetales.
Desembocadura de Bahía	Arena y arena limosa. Texturas motadas y alternadas arena arcillosas con conchilla y rodados salubres.	Terrígenos abundantes. Siguan conchas equinos foraminíferos y equinuridos.

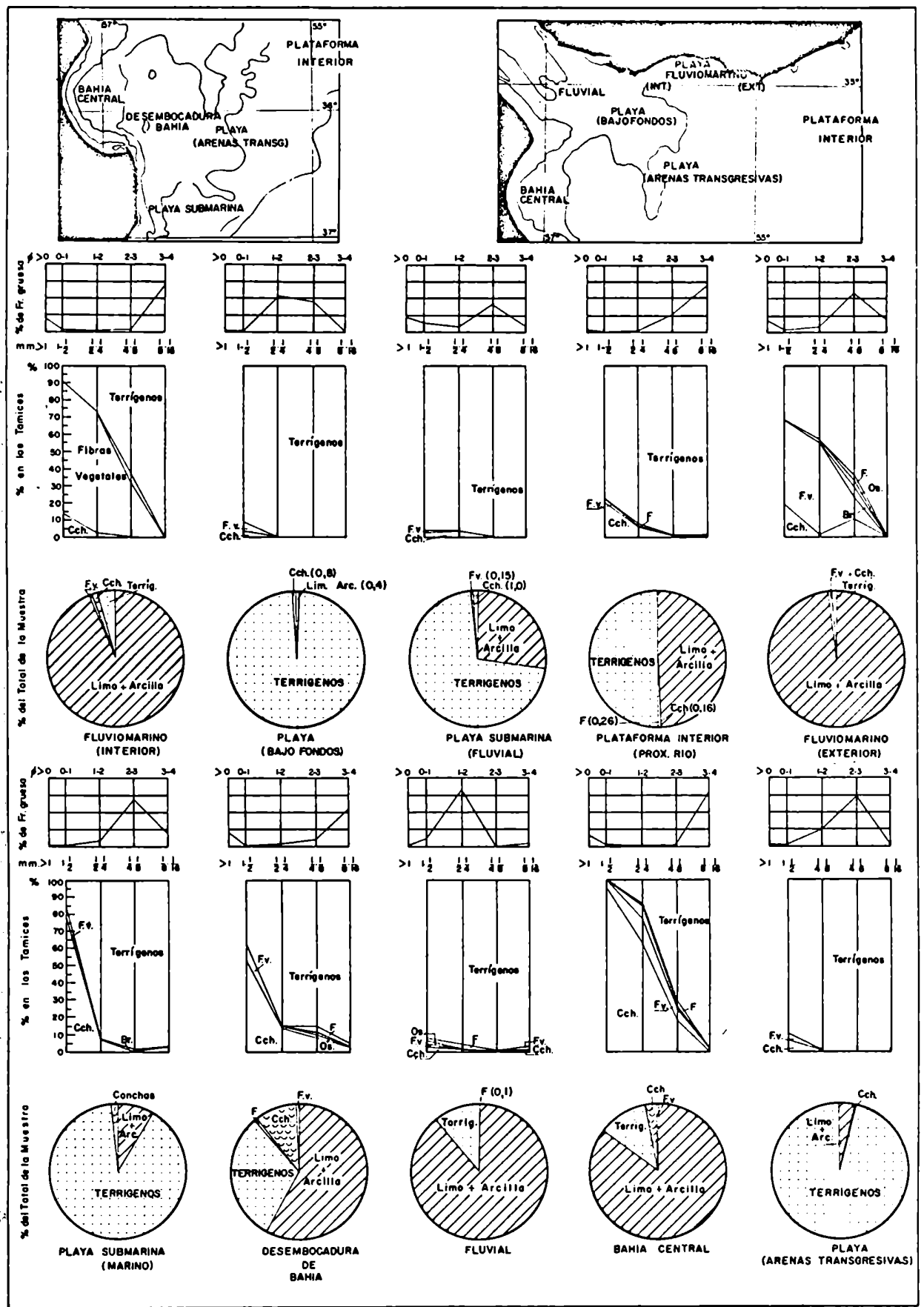


Fig. 15. Fracción gruesa de los diferentes ambientes de la región estudiada.

En estos sedimentos la arena está prácticamente ausente, con excepción de la zona del banco Inglés y proximidades de la costa uruguayo.

En el banco Orta, luego de unos 3 metros de fangos hay un limo calcáreo similar a lo que aflora en el banco Piedras, prolongación de la topea calcárea (?).

Al norte del banco Arquímedes los fangos alcanzan a 6 metros de espesor, como lo indica el testigo 21.; por debajo de ellos hay arena fina muy oscura, con valvas de pelecipodos.

En general, estos fangos de facie fluvial contienen poco material grueso, siempre menor al 10%; en ellos la arcilla es predominante.

La "fracción gruesa" contiene gran abundancia de fibras de vegetales, pocos restos de conchas y muy escasos foraminíferos.

La "facie fluvial" tiene gran distribución en la zona norte del río y trata de extenderse sobre la plataforma próxima al litoral uruguayo, ya en un ambiente totalmente marino.

El Fluvio-marino:

Este ambiente puede ser extendido a toda la región del Río de la Plata exterior, pero ocurre que dentro del mismo existen caracteres sedimentarios que sugieren un mayor detalle en la clasificación. Es así que en su sentido estricto se le puede restringir a la zona norte del río, bordeando el litoral uruguayo.

Esta zona, con mayor intervención fluvial que las otras, es la más profunda del río y por ende donde los fenómenos de origen marino (mareas) se desarrollan mejor.

Este ambiente se puede subdividir en dos sectores: fluvio-marino interior y fluvio-marino de desembocadura.

En el primero el contenido de elementos gruesos, al igual que en el fluvial, es muy bajo (no más de 60%) y en su mayoría son arcillas limosas (Fig. 12).

|||||

En la fracción gruesa las fibras vegetales son abundantes mientras que los foraminíferos y conchas son escasos. La mica prácticamente no existe.

Estos fangos carecen de estratificación y recién por debajo del metro o más tienen algunas intercalaciones arenosas.

Hacia el sur la fracción gruesa aumenta pero los sedimentos muestran una estructura homogénea.

Hacia el límite exterior del río, Pta. del Este, está el sector fluviomarino de desembocadura. En él siguen predominando los elementos finos pero dada la gran influencia marina los constituyentes orgánicos son más abundantes; así es como entre 0.25 y 0.12 mm existen briozoarios, ostracodos y foraminíferos. La conchilla es abundante y los restos de vegetales son más escasos.

La importancia de este sector estriba en su contraste con el de Pta. Rasa, ya que implica claramente la mayor descarga fluvial que se realiza por él.

Por su posición geográfica este entraría dentro de una facia marina, pero por sus componentes se le ubica en fluviomarino.

iii Bahía Central:

Este ambiente está restringido a la bahía de Jamborombón con una superficie de 2.857 Km² y con una profundidad promedio de 6 pies.

En ésta abundan las arcillas que constituyen los "rellanos de marea" y bahía poco profunda.

Hacia el este continúan las arcillas limosas y finalmente las arenas arcillosas y limosas (Fig. 13).

La fracción gruesa tiene un 5% a 15%, predominando en ellas los terrígenos. El material biógeno se halla entre el 3% y 5% sobre la muestra, siendo los más abundantes las conchas de moluscos, le siguen las fibras vegetales, los ostracodos y en menor

|||||

111111

grado los foraminíferos, todos ellos de tipo bentónico.

Este ambiente tiene características estuáricas dadas por su morfología, particularmente litoral, con rellanos de marea e inundación (Guilcher, 1963) y cordones de playa fósiles, estos últimos correspondientes a la "facie transicional o litoral" (Morgan, Van Lopik & Nichols, 1953; Morgan, Van Straten, 1959). En los sedimentos de la bahía de Samborombón se puede observar una distribución vertical de arcilla tixotrópica, marrón en su parte superior, muy homogénea y con una potencia de 0.5 a 2 metros; pueden aparecer intercalaciones de arena fina y conchillas, particularmente en las zonas de transición entre arenas y fangos. En estos fangos la intensa actividad biológica, en especial en la zona de los rellanos de marea destruye cualquier signo de estratificación.

Shepard (1964) destaca la importancia de los organismos como destructores de estructuras primarias en estos sedimentos. Además la erosión de los depósitos pantanosos litorales por el oleaje, principalmente durante las tormentas, produce un resquebrajamiento y sedimentación de material grueso en la zona. Ello se debe principalmente, a los efectos de la corriente de retorno de fondo de las aguas apiladas en el litoral (Bascon, 1964).

En las inmediaciones de los ríos y arroyos (Salado, Samborombón, etc.) se observan algunos rasgos de estratificación dentro de una estructura predominante homogénea.

Todo este material, lo mismo que los fangos de la bahía cubren a otros antiguos más compactos (quizá del Holoceno inferior), entre los primeros hay lentes de conchilla.

Este tipo de ambiente de bahía corresponde a un clima húmedo, por lo cual el régimen pluvial es intenso.

1111

Sin embargo la carga de material en suspensión de los ríos al igual que la transportada por el fondo no es muy elevada. Es así que se descarta el aporte de arenas fluviales.

Tanto las facies de bahía como fluvial, al norte del río, están sometidas a la sedimentación del material fino aportado enteramente por el Río de la Plata Superior y Medio.

Hacia los bordes y extremos de estas facies (Fig. 13-15) se nota una influencia de carácter marino, por el aporte de arenas, producto del transporte por corrientes litorales y olas de tormenta, provenientes del este.

Este caso se nota, especialmente, en el sector de Punta Rasa donde se genera otro tipo ambiental.

iv Desembocadura de bahía:

Shepard (1964, pg. 11) denomina así a aquella zona donde existe una gran variación textural de sedimentos y entre los que predomina, por supuesto, la arena (Fig. 13-15). En las bahías de climas húmedos el aporte de aguas fluviales cargadas de sedimentos finos más la intervención de sedimentos provenientes del mar, crean estos tipos de facies.

En el sector de Punta Rasa se tiene la mejor representación de este fenómeno ya que el crecimiento de esta espiga por el adosamiento de sucesivas espigas de arena, trataría de clausurar la salida al río por el "extremo inferior de la bahía", cosa que no puede ocurrir debido a las fuertes corrientes de derrame que limitan ese crecimiento.

En la fracción gruesa, que oscila entre un 95% y 30%, los terrígenos son los más abundantes, le siguen las conchas de moluscos y fibras vegetales. Los foraminíferos son escasos (0,3%), lo mismo que los ostrácosos (0,05%), los restos de equinóides y espículas son raros y no hay glauconita.

En las inmediaciones de Punta Rasa, cabe destacar una morfología

57

11111

gia muy particular compuesta por "espigas y barras de arena" de dirección este-oeste (banco Ajó) y canales de igual dirección; generados éstos por las corrientes de marea. La "espiga" Punta Rasa tiene crecimiento norte, por efectos del transporte litoral creado por la rampante de las olas oblicuas sobre la playa (Bagnol, 1964); Imman & Bagnol, 1964).

Al oeste de la mencionada espiga hay un ambiente de pantanos de marea intercalados entre cordones arenosos fósiles, de igual dirección que Punta Rasa.

Verticalmente, estos sedimentos areno-arcillosos alternan con fangos y conchilla correspondientes a diferentes estadios en tiempos holocenos.

Recién en este sector se puede distinguir una verdadera transición fluvial-marina, la cual está dada por el tipo de facies y la morfología costera.

v Playas (Arenas Transgresivas)

En la figura 1B se destacan notablemente las arenas que penetran en el río desde la plataforma. Ellas contienen escasísima cantidad de elementos finos y están casi desprovistas de restos orgánicos (conchas de moluscos o foraminíferos y restos de vegetales).

Comparando con los gráficos de Shepard y Moore (1955) ellas son casi idénticas a arenas de dunas. El aspecto textural de la arena sugiere lo mismo, por lo tanto se infiere que ellas son relictos de los elementos basales de arenas litorales holocenas.

Mineralógicamente éstas difieren de las arenas litorales uruguayas.

vi Playas (bajofondos)

Estos corresponden a las arenas que cubren el sector sur del banco Inglés, la diferencia con las anteriores estriba en el menor contenido de elementos finos, probablemente elimi-

11111

1111

nados por la continua agitación originada por el oleaje al romper en los bancos aflorantes.

vii Playa Submarina: (Fluvial).

Son las playas submarinas de la costa del Uruguay, constituidas por arenas arcillo-limosas, pero con el contenido de limo y arcilla mucho mayor (25% a 30%) dada su proximidad con el sector arcillo-limoso. Los vientos del sur y sudeste empujan las aguas cargadas de sólidos en suspensión hacia la costa, produciéndose así, en la zona litoral, un incremento en las arenas de elementos finos.

La mineralogía de estas arenas es diferente a la de v-vi ya que en ellas predomina la suite uruguayo-brasilera. La similitud de estas arenas con las de los médanos del Uruguay es muy marcada por lo que se supone que provienen de la remoción cíclica de los mismos.

4.6.2 Marino:

i Playa Submarina:

Existen en esta zona una serie de cordones y canales prelitorales similares a los que hay en la playa exterior, estas formas son una prolongación de la misma y están afectadas por los mismos fenómenos (o las corrientes litorales etc.). La diferencia entre los sedimentos de playa y los de esta zona consiste en su contenido limo-arcilloso provenientes del río de la Plata que afecta este sector por el derrame que sigue el litoral. En general la arena es fina siendo su mayor porcentaje entre 0.25 y 0.12 mm.

El mayor contenido orgánico está reflejado en los restos de conchas que constituyen casi el 20% de la fracción gruesa, los foraminíferos son escasos y la glauconita prácticamente está ausente.

La fauna existente en este ambiente es notablemente marina, aun-

////

que hay algunos ejemplares curialinos, probablemente por alguna influencia del río de la Plata.

Este tipo de ambiente se prolonga a lo largo del Cabo de San Antonio y en las inmediaciones de Pta. Rasa. Varía textural y composicionalmente por encontrarse en la desembocadura de la bahía de Samborombón y sometido a la acción de diferentes agentes.

ii Plataforma Interior: (Próxima al río).

Este ambiente se extiende a lo largo de la costa a partir de las 20 brazas de profundidad. Hacia el sur está integrado por las arenas próximas a la playa (prelitorales) con un contenido de 10% a 20% de limo, pero que hacia el norte se incrementa hasta llegar a superar el 50%. Ello se debe a la mayor descarga del río de la Plata por el sector de Pta. del Este.

La muestra más representativa corresponde al extremo sur de los "Pozos de Mango", sector por donde se presume que descarga la mayor parte del río.

Los elementos orgánicos son escasos, en particular los restos de conchas y foraminíferos.

Al este de esta facie fangosa, existe otra compuesta por arenas con conchilla y rodados de tesca.

Esta zona, denominada conchilla, también corresponde fisiográficamente a la zona de plataforma interior, pero dado el tipo de sedimentos que la constituyen, como así también la morfología de fondo en ese sector, se le debe clasificar genéticamente como rieltes de antiguas playas o aguas someras, como ya se explicó anteriormente.

4.7 PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SEDIMENTOS:

4.7.1 Insoluble:

La determinación del porcentaje de material insoluble de la fracción gruesa, o sea contenido terrígeno, se efectuó en casi todas las muestras de la región estudiada.

El fin de esta determinación es conocer la influencia de elementos de origen marino en el sedimento dado por su contenido biógeno.

Los terrígenos de las muestras estudiadas es alto y presenta valores que oscilan entre un 95% y 97%.

Hacia el este, el insoluble decrece sensiblemente a medida que se llega al ambiente marino. Haciendo un perfil desde el banco Inglés hasta Punta del Este se tienen los respectivos valores de insoluble. 91% - 97% - 96% - 89% - 79%.

Sobre la Plataforma Continental Interior, los porcentajes de insoluble son mucho más bajos, en particular en la zona denominada "conchilla", donde predomina la fauna fósil y subfósil de las antiguas líneas de playa. Los valores varían entre 15% y 50% de material insoluble.

Al norte de esta zona los porcentajes comienzan a aumentar y ya en la latitud del Cabo Polonio los valores del insoluble son del 95%.

Hacia el sur, plataforma próxima al Cabo de San Antonio, los valores bajos se mantienen, pero en general no son inferiores al 35%.

Un perfil, a 36 millas de la costa, desde Pta. Médanos hasta Cabo Polonio, dan los siguientes valores para las latitudes de:

Pta. Médanos - Pta. Rasa - Bco. Rouen - Pta. del Este - Cbo. Polonio -
38% - 41% - 50% - 30% - 17% - 71% - 69% - 45% - 95%

En la bahía de Samborombón el insoluble decaes un poco (92% y 80%) debido a la diseminación de invertebrados fósiles contenidos en los sedimentos fangosos de la bahía; producto, en parte, de la erosión del litoral (cordones corchales).

Hacia Pta. Rasa la disminución de insolubles es pequeña pero perceptible y se debe a la influencia marina en ese sector. Sobre la costa del Cabo de San Antonio el insoluble es elevado, pese a estar en un medio marino (93% - 96%).

Al norte, costa uruguaya, Pta. Negra, Bahía de Maldonado, Pta. del Este, debido a un incremento de la población marina el insoluble presenta valores de 84%, 85% y 79% respectivamente. Ello se debe a que en ese sector la influencia oceánica es mayor.

Es importante destacar que en las arenas del interior del río (Playas Transgresivas) al sudeste del banco Inglés y norte de Punta Rasa (Fig.12), el material insoluble es elevado (85% y 94%), pese a que esas arenas son de procedencia marina. Ello se debe a que si bien las arenas "transgresivas" dentro del río provendrían desde el mar, penetran dentro del río por efectos netamente dinámicos y la ausencia de una numerosa población biógena desmarta la idea que este sea ahora, un ambiente netamente marino o de bahía.

De lo expuesto en los párrafos anteriores se concluye que:

- i Los sedimentos tienen un elevado porcentaje de material insoluble y que este decaes hacia el este a medida que se aproxima a la zona de Plataforma (ambiente marino).
- ii Sobre la costa uruguaya, debido a mayor influencia del mar (aporte biógenos), hay una disminución de material insoluble.

- iii Sobre la bahía de Samborombón los pequeños cambios del material insoluble se deben a la erosión del litoral, aunque no se descarta el aporte de elementos biógenos actuales que habitan en los fangos.
- iv La zona de arenas es muy rica en terrígenos y los pocos elementos biógenos son transportados desde el mar.
- v La actual actividad biológica dentro de los sedimentos del Río de la Plata es baja y recién en las proximidades de la zona netamente marina ella aumenta en función de la salinidad y mayor claridad de las aguas.
- vi Recién sobre la plataforma en la zona de "conchilla" hay una marcada disminución de terrígenos debido a la existencia de restos de fósiles antiguos.

4.7.2 Carbonato de Calcio de la fracción fina

El carbonato de calcio de la fracción fina es bajo, en general no supera el 1%. Solo en el estuario del río, San Clemente y proximidad de los Pozos de Fango, se tienen valores de 5.82% y 2.12%, respectivamente.

Dentro del río los porcentajes de carbonato de calcio son escasos y se pueden distinguir en la fracción fina tres zonas con los siguientes promedios:

Costa Norte	0.32%	(0.04% a 0.78%)
Est. Inglés	0.11%	(0.03% a 0.14%)
Samborombón	1.72%	(0.00% a 3.10%)

En las tres zonas los valores más elevados se encuentran hacia el este de la región estudiada.

El hecho de encontrar valores tan bajos de carbonato de calcio en la fracción fina, hace suponer que el material calcáreo, (tosca) erosionado de los sedimentos de la cuenca (Paraná en general)

11111

quede disuelto en las zonas y no hay precipitación de carbonatos en la región. Siegel (comunicación verbal) halló que en los sedimentos del río las trazas de elementos de calcio y manganeso son muy pequeñas, comparando con el contenido de aluminio, sílica, hierro, etc. Ello confirmaría lo expuesto anteriormente.

Los altos valores de carbonato, obtenidos en Samborombón, serían producto del material calcáreo, arena y conchilla, existente en la costa y que es lavado y distribuido entre los sedimentos finos de la bahía.

Se supone, que el carbonato contenido en la zona de los Pozos de Fango (2.3%) y San Clemente (5.8%), provendría de formas similares, es decir antiguos literales ricos en elementos calcáreos.

Es importante tener en cuenta que en zonas con conchilla, la remoción por oleaje produce un "polvillo" de carbonato de calcio que es incorporado a la fracción fina vecina produciendo así, un incremento en su contenido calcáreo.

4.7.3 Materia orgánica de la fracción fina:

La materia orgánica es en general escasa. La figura 15 grafica logarítmicamente los porcentajes de carbono orgánico, y la arcilla más limo, aritméticamente.

El mayor contenido de carbono se concentra en las muestras con predominio arcilloso.

Los valores más elevados de carbono orgánico están en las muestras de fangos en las zonas del límite oeste del río y bahía Samborombón.

Al noreste del río los valores descienden sensiblemente.

El contraste entre los datos del sector oriental con el sud y norte del río, indican que su alto contenido de carbono orgánico es debido a la acción biológica en los "rollidos de marea" en la bahía de Samborombón.

11111

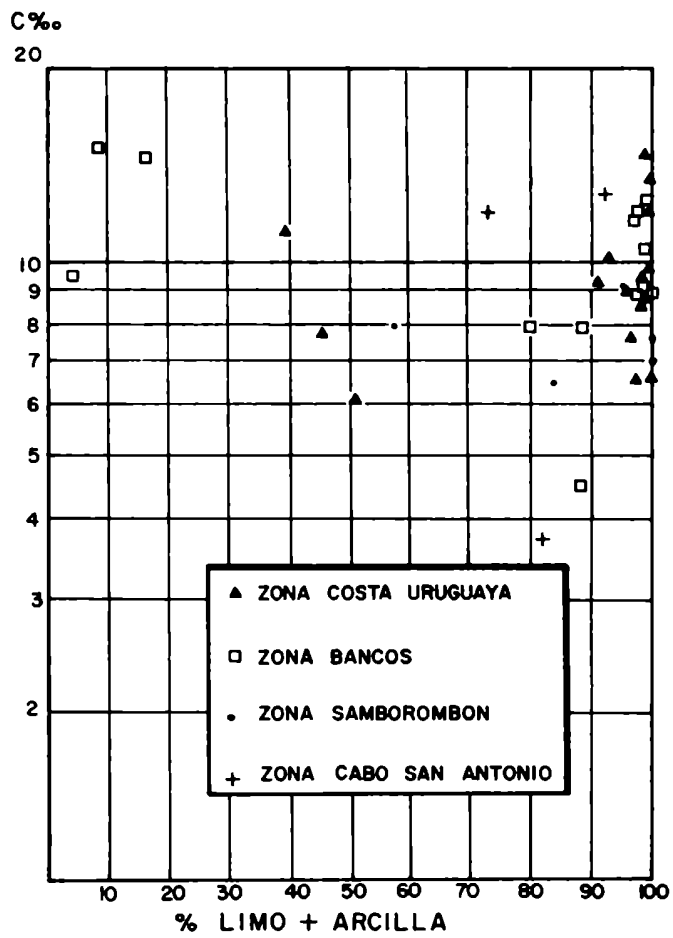


Fig. 16. Gráfico de relación de carbono con el porcentaje de limo + arcilla.

11111

4.8 ASPECTOS DE LOS SEDIMENTOS FINOS DEL RIO DE LA PLATA EXTERIOR:

Como se ha descripto anteriormente, en el río exterior existe una gran orla de sedimentos finos (arcilla-limosa, arcilla, etc.), que se recuesta sobre el litoral del río en contraposición con las arenas marinas que ocupan el centro extremo sudeste y plataforma (Fig. 12).

Hacia el extremo sudeste de la bahía de Samborombón los sedimentos finos decrecen gradualmente hasta casi desaparecer en la costa del Cabo de San Antonio.

Al norte de la región los sedimentos finos se extienden fuera del río en la plataforma continental interior, formando, en el sector de los pozos de fango, una facie especial de tipo fluvio-marina.

Estas dos franjas fangosas que se unen en el este de la región, sector banco Arquímedes, son la prolongación de los mismos sedimentos que cubren el Río de la Plata Medio.

Durante los estudios del Río de la Plata Interior (superior y medio), se observó que en el exterior del Delta del Paraná (Urien, 1968) hay una distribución de arenas finas, arenas limosas y limos arenosos con medianas del orden de 0.03 mm (φ 4.7) y 0.05 mm (φ 4). En estos sedimentos la fracción mayor se halla en el limo. Hacia la zona de Playa Honda (límite del Delta Subfluvial) predomina la fracción menor a 0.062 mm (φ 4) llegando, en partes, a constituir el 80% y 100% de la muestra.

Hacia el límite este del Río de la Plata Medio (El Codillo), el predominio de los fangos (limos arcillosos y arcilla limosa) es casi total⁺, ellos se extienden dentro del río exterior.

(+) Sobre los bancos Ortiz, Chico, Courcier, hay arena fina y arena limosa y en el extremo sudeste del banco Ortiz los fangos ya predominan totalmente.

1111

Esta conexión con los sedimentos finos del río exterior muestra claramente el origen fluvial de la fracción fina.

La deposición de los sedimentos finos es provocada por los fenómenos dinámicos y físico-químicos del río exterior, que actúan sobre el material en suspensión aportado por la descarga fluvial.

4.8.1 El material en suspensión:

a) Río de la Plata Interior:

El sistema Paraná-Uruguay vierte en el Río de la Plata un volumen líquido con un promedio que oscila entre 19.000 m³/s y 23.000 m³/s (Tassinari, 1959; Urien, 1966).

Este no es volcado al río exterior en forma total y continua, ya que las corrientes de marea y vientos modifican la descarga fluvial, disminuyéndola, parándola e invirtiéndola.

Es así que hasta que no se disponga de un intenso estudio de corrientes (evaluadas en función de los demás eventos), no se podrá saber realmente el volumen líquido y sólido que fluye hacia el este y menos se sabrá la descarga fluvial al mar.

De todos modos se puede concluir con una premisa y es que:

"Los ríos que fluyen en el vértice superior del río (Delta del Paraná) vierten un caudal promedio de 19.000 a 23.000 m³/s.

El comportamiento de éste en el río interior no se conoce y toda hipótesis se desarrollará en el campo de la especulación.

Durante la extracción de muestras de agua, para la determinación de material en suspensión, se ha podido comprobar:

(*) Estas determinaciones se realizaron mediante la extracción de 1 litro de agua en fondo, profundidad media y superficial. Dichas muestras se decantaron y filtraron a través de papel de filtro. Los pesos se relacionan con el volumen de agua extraída. Muchas de las muestras se determinaron mediante la concentración con centrifuga. Para algunas series de extracciones se concentraron varias estaciones, ya que el material obtenido era escaso y dentro del error del método la determinación no sería representativa.

//////

- i) Los ríos del Delta del Paraná que desembocan en el Río de la Plata traen, relativamente pocos sólidos en suspensión; su promedio oscila entre 100 y 300 mg/l.
- ii) Los perfiles realizados en las secciones Buenos Aires-Colonia, La Plata-Colonia y Pta. Atalaya-Colonia, muestran que hacia la costa sur del río hay mayor concentración de material en suspensión. Así, al sur, ellas son del orden de 50 a 300 mg/l (como máximo), y al norte de 45 a 100mg/l. Las diferencias de concentración entre superficie y fondo son pequeñas, (30 mg/l).
- iii) En el Plata medio comienza a notarse que la concentración de sólidos en suspensión es mayor que en los ríos que desembocan del Delta.

Hay que destacar que el material en suspensión se desplaza menos rápidamente que el agua que lo transporta y que la marea dinámica (corriente de marea) se opone al descenso de las aguas fluviales hacia el mar. Incluso se produce un retroceso de agua fluvial, provocándose en partes, lentes de agua inmóvil (Berthoin, 1965). Estos fenómenos aumentan la concentración de material en suspensión y se genera así una "nube de fango", como la que describiera Glangéand (1939) para el estuario del río Gironda.

Se ha observado, en perfiles longitudinales al río, un incremento de material en suspensión, a medida que se avanza hacia el sector de El Codillo (Ottmann et al 1966).

Los valores promedio observados son:

	Junio/63	Junio/64
Bs. Aires	15 mg/l	75 mg/l
La Plata	20 " "	110 " "
El Codillo	250 " "	175 " "

Se notan variaciones longitudinales bastante importantes, que a primera vista podrían interpretarse como influencia de diversas

//////

////

ondas de marea que penetran en el río interior. Pero la ausencia de observaciones mareográficas impiden afirmarlo.

b) Río de la Plata Exterior:

En esta región, aparte de la acción dinámica de la corriente y marea de derrame, actúa una nueva variable que es la salinidad.

Como se describiera en el capítulo II, el agua oceánica se desplaza dentro del río exterior produciendo, por mezcla, considerables contrastes de salinidad (Fig. 3 y 4).

La existencia de electrolitos en las aguas produce un nuevo fenómeno sobre los sólidos en suspensión, conocido en la literatura como floculación y coloides en suspensión.

En esta región se han efectuado diversos perfiles, entre el Pontón de Recalada, Montevideo y Pta. del Este, Pta. del Este-Cabo San Antonio y entre el Cabo San Antonio y Recalada, pasando por la bahía de Samborombón.

Hay dos zonas clásicas; Zona norte (litoral uruguayo) y Zona de Samborombón, que dan los siguientes valores promedio:

	Zona Norte	
Superficie	135 mg/l	(70 a 200 mg/l)
Fondo	350 mg/l	(200 a 500 mg/l)
	Zona Samborombón	
Superficie	177 mg/l	(10 a 400 mg/l)
Fondo	277 mg/l	(10 a 500 mg/l)

Según lo observado la salinidad es superior en la zona norte del río. Ello se debe a que por allí el agua de mar (corriente de marea), penetra más libremente puesto que es la zona más profunda del río. El agua salada, más densa, avanza en forma de cuna mientras el agua fluvial "patina" sobre ella hacia el mar.

////

Por lo tanto, la mayor concentración de agua marina acentuará la floculación del material en suspensión transportado por las aguas fluviales.

Contrariamente, en la zona sur, si bien la onda de marea se desplaza más rápido que al norte (Balse, 1959), la marea de salinidad no penetra tan libremente a causa de la poca profundidad de la bahía de Samborombón.

Por ello el material en suspensión no flocula tan violentamente como en el norte y el agua fluvial se descarga libremente al mar con su carga sólida.

El cuadro V da algunos de los valores de salinidad y material en suspensión de puntos destacables en el río.

En el sector del Doo. Rouen el autor ha hecho observaciones directas (con equipo de buzo autónomo, SCUBA) y notó en aguas completamente claras en superficie, de una capa de agua turbia, de 1 a 2 metros de espesor, que se desplaza sobre el fondo hacia el este, con considerable velocidad. El fondo en este sector es arena desprovista de elementos finos. Es así que allí existe una nube de fango ("bouche de vaseau"), similar al descrito por Glengaud en Francia. Evidentemente ésta es expulsada fuera del río y captada por corrientes laterales con tendencia norte. Comparando con la zona norte, esta nube es pequeña, ya que en el sector de Isla Flores se observó, en forma idéntica, que la turbiedad es casi completa al punto que la casi-luz no llega al fondo.

Es importante destacar que en Samborombón las variaciones de material en suspensión son bruscas, mientras que al norte son graduales (Ottmann et al, 1966). Por lo tanto la descarga fluvial al sur del río es intermitente y en forma de nubes fangosas aisladas.

11111

//////

Se llega así a la conclusión que en el Río de la Plata Exterior existen verdaderas concentraciones de material en suspensión y que son iguales o superiores a las del río interior (Ottmann et al 1965).

El origen de esta concentración se debe a varias causas:

- i) Disminución de velocidad de la descarga fluvial y del material en suspensión, hasta la creación de aguas inmóviles. Caso en que el empuje de la marea llega a contrarrestar el derrame fluvial.
- ii) Floculación de las arcillas por acción del agua salada.
- iii) Remoción de los sedimentos finos del fondo por las olas o arrastre de fondo por apilamiento de agua en el litoral. Esto se debe de considerar en aquellas zonas de poca profundidad.

4.8.2 Constituyentes del Material en suspensión:

Determinaciones granulométricas del material en suspensión (1) del río de la Plata Interior, indican que el diámetro medio de las partículas es de 0.016 mm (ϕ 5.9); la concentración modal (con 26% a 33%) se halla entre 0.011 y 0.022 mm (ϕ 6.5 y ϕ 5.5), línea medio a fino. Tiene una selección (S_o) moderada y la asimetría (S_k) es positiva (tiende a las partículas gruesas).

El material en suspensión está constituido, en forma abundante, por vidrio volcánico, agregados arcillosos, cuarzo, plagioclasas.

(1) Determinaciones realizadas con "Sedimentómetro Leitz", que gentilmente realizara el Profesor Luiz Martins de la Escola de Geologia de Rio Grande do Sul, Brasil.

Existen en menor grado, minerales opacos, mica, frústulos de diatomeas, tubos silíceos y restos de vegetales.

Entre los minerales arcillosos la Illita y Caolimita son las más abundantes, le siguen la Montmorillonita y Clorita, en menor proporción.

4.8.3 Los sedimentos finos de fondo:

Como lo muestra la figura 12 los sedimentos finos del Río de la Plata Exterior se distribuyen en dos brazos; uno al sur dentro de la bahía de Samborombón y otro al norte siguiendo la costa uruguaya.

En la bahía de Samborombón los sedimentos son diferentes a los de la Zona Norte (costa uruguaya) pues tienen intercalaciones con arena y conchilla.

Este se debe a que en esta zona existe un verdadero proceso de bahía. Las aguas fluviales son empujadas dentro de la bahía (por vientos o marea) que es una zona poco profunda y relativamente calma. Allí la sedimentación fluvial genera una serie de "fangales", rellanos de marea (Slikes).

Las olas de tormenta que erosionan el litoral, que contiene arena y conchilla, esparcen el material grueso, en forma de loma sobre los sedimentos finos. La arena de la zona central del río es empujada por las olas sobre la bahía y se produce así una mezcla de sedimentos limo-arcillosos con arena (Fig. 12).

Al norte del río el movimiento más enérgico de agua fluvial y marina produce una sedimentación diferente, predominando, en particular, arcilla limosa pero depositada preferentemente por fenómenos físicos químicos y secundariamente dinámicos.

1111

Por mayor influencia fluvial, estos sedimentos se extienden dentro de la misma plataforma continental, hacia la costa de Brasil.

4.8.4 Constituyentes de la fracción fina:

La fracción limosa está formada por agregados granucos arcillosos, vidrio volcánico, cuarzo y plagioclasas. En menor grado hay capilinas, frústulas de diatomeas y resto de foraminíferos, en los minerales pesados son comunes los opacos, hipersteno, augita y hornblenda.

En la fracción limo grueso el porcentaje de minerales livianos y pesados es similar al de arena fina y muy fina. Los minerales livianos y pesados, en líneas generales son los mismos.

a) Arcillas:

Las arcillas fueron analizadas mediante rayos X, utilizando un difractor de Philips (Sintovar, Holanda), a fin de obtener muestras orientadas (001) para el análisis roentgenográfico, se dispersó la muestra y extraje la fracción arcillosa (2 micrones) y deposité, por centrifugación en un portamuestra.

El tratamiento térmico se efectuó a 100°C durante 30 minutos para diferenciar entre illita y halloysita (H₂O y 530°, por igual lapso, para distinguir entre escolinita y clarita. Para la montmorillonita las muestras se trataron con glicerol para determinar el desplazamiento de su reflexión basal.

Los minerales arcillosos se identificaron siguiendo los esquemas dados por Grim (1953) y Brown (1961), basándose en los espacios (d) antes y después de los tratamientos térmicos.

Composición: Las muestras no presentan mineralógicamente grandes diferencias. En ellas se pueden observar minerales arcillosos de illita, escolinita y montmorillonita. Los minerales no arcillosos presentan cuarzo, en mayor proporción (70 y 90%)

1111

11111

y feldespato (10 y 30%).

Los porcentajes de arcilla varían entre los límites de:

Illita	30-50%
Caolinita	20-15%
Montmorillonita	10-30%
Cuarzo menor de	25% (5-10% común)
Feldespato menor de	15% (5% ")

La illita predomina en todas las muestras estudiadas a excepción de una muestra ubicada en el extremo SE del Eco. Piedras. El cuadro VII detalla la composición de las muestras estudiadas y la figura 17 las curvas correspondientes a las mismas muestras.

Características de las curvas: Ellos tienen buena relación pico-fondo destacándose los correspondientes a los órdenes inferiores illita, caolinita y cuarzo. Los correspondientes a la reflexión basal de la montmorillonita son anchos y bajos, con valores para las muestras secas al aire de 14-15 A°, luego del tratamiento con glicerol ellos son de 17.7 y 18.8 A°, probablemente debido a la presencia de agua entre los planos de su estructura.

La presencia de illita y caolinita se verificó mediante tratamiento térmico, debido a la similitud de la posición de sus picos con los de halloysita y alorita.

Al parecer no hay cantidades apreciables de minerales amorfos o sustancias orgánicas.

Es así que en el Rio de la Plata Exterior se pueden distinguir dos zonas.

Al norte del río la illita-caolinita son relativamente más abundantes que la montmorillonita.

1111

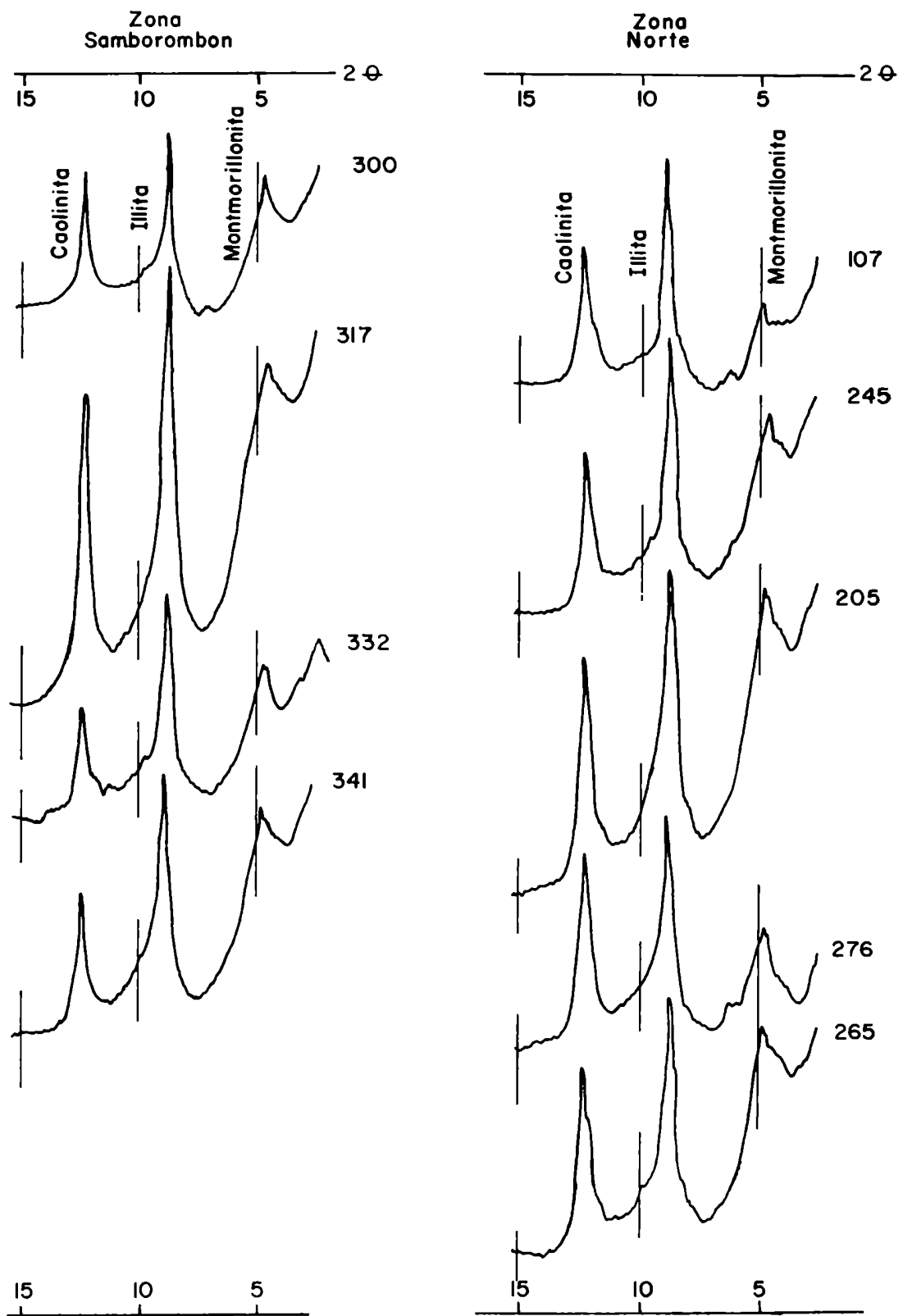


Fig. 17. Diagrama de arcillas del fo de la Plata Exterior.

////

Illita	41%
Caolinita	31%
Montmor.	18%

A su vez las primeras son más abundantes que las determinadas en Samborombón.

Hacia el este, la illita y caolinita sufren una disminución mientras que la montmorillonita aumenta considerablemente (de 15% a 30%). Caso similar ocurre con las determinaciones hechas a muestras de la plataforma continental frente a Uruguay y Rio Grande do Sul en la zona de los "Pesos de Fango" (Cuadro VII).

La zona de Samborombón presenta valores relativamente menores respecto a las muestras del norte, ya que los promedios son:

Illita	18%
Caolinita	27%
Montmor.	20%

El porcentaje de montmorillonita sigue menor, pero la mejor diferencia está en que los porcentajes de illita y caolinita son menores que al norte y la montmorillonita por otro lado es relativamente mayor.

Siegel (comunicación verbal) ha llegado a similar conclusión estableciendo dos zonas en el río exterior, una Sureste (+) y otra Noreste (++)

	(+)	(++)
Illita	28%	31%
Caolinita	25%	34%
Montmor.	43%	35%

(+) Samborombón.
 (++) Costa norte.

////

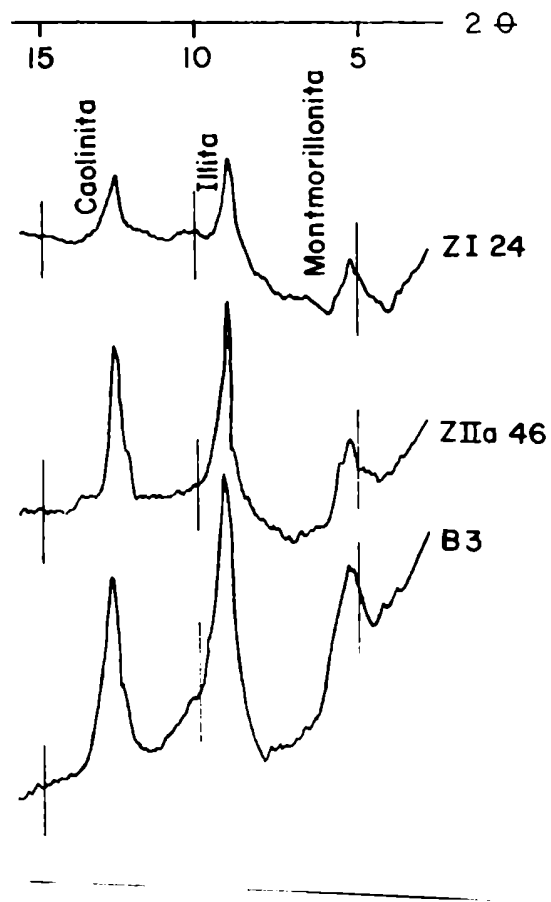


Fig. 18. Diagrama de arcillos del rfo. Medio y Superior.

////

-7-

En estas determinaciones se destaca el alto contenido de montmorillonita que se corresponde con los resultados hallados para este estudio.

En el trabajo que se está realizando en colaboración con el Dr. Siegal se espera poder arrojar mayor luz sobre el problema de las arcillas del río.

Comparando estos datos con las determinaciones del Río de la Plata Medio y Superior, se puede notar que en esa región las concentraciones de las arcillas mencionadas es más baja que en el río exterior, pero siempre conservando la supremacía de illita-caolinita sobre la montmorillonita.

Por otro lado los porcentajes de cuarzo y feldespato son mayores.

Las muestras estudiadas son escasas para emitir sólidas conclusiones, pero la similitud de los datos (Bonorino, 1963) hacen suponer que estas arcillas provienen de los terrenos pampeanos erosionados.

Bonorino (1963), destaca para el pampeano, dos zonas, la primera con predominio de illita-plagioclasas y la segunda con montmorillonita-cuarzo. Por lo tanto la erosión de los terrenos cuaternarios de la cuenca aportarían arcillas del tipo anteriormente descrito.

Así se explicaría, en primera instancia, la abundancia de la illita sobre la montmorillonita ya que ella predomina en los niveles superiores del Pampeano.

Este autor señala que la illita sería originaria de terrenos de la región peripampeana. Mientras que la montmorillonita-caolinita provendría de las lateritas lixiviadas de las rocas basálticas de la cuenca paranaense y escudo Brasileño.

////

////

-74-

Bonorino presume que la proporción de montmorillonita aumenta hacia el sur de la cuenca paranaense y en forma indirecta a las precipitaciones. En una palabra, en lateritas de climas subtropicales a templados el predominio es montmorillonita. Pero ya que los ríos de la cuenca del Plata erosionan, los terrenos cuaternarios, ricos en illita, la montmorillonita proveniente de la cuenca superior se reduce relativamente.-

V. Discusión y Conclusiones

Al observarse la distribución de sedimentos del río de la Plata Exterior y relacionarlos con sus diferentes ambientes sedimentarios, el desarrollo de los agentes oceanográficos y fluviales, de la región, se puede ver que hay una gran diferencia con la clásica dispersión fluvial. Los sedimentos no disminuyen de tamaño a medida que se va hacia la desembocadura del río, sino, por el contrario, se pasa a limo y arcilla a arena, como la que predomina en el centro y límite exterior de la región.

El hecho de existir arena en la desembocadura del río no responde a una anomalía de la hidrodinámica fluvial, sino, a que en el Plata exterior actúan varios agentes dispersantes de sedimentos.

La dispersión es mixta, es decir, además de la proveniencia fluvial existe otra de sedimentos de origen marino.

Debido al gran ancho que tiene el río en esta región, los agentes oceánicos desempeñan una acción muy destacada. Así la marea, que se propaga dentro del río (3.1.1) más rápidamente por el sur (Balay, 1961) permite que las aguas fluviales se derramen en mayor cantidad por el norte.

Además las aguas saladas penetran con mayor facilidad por el norte del río que por Samborombón, debido a que la mayor profundidad del "Canal norte" les permite avanzar por su fondo. Contrariamente por el sur, el agua marina avanza más lentamente, debido a la poca profundidad de esa zona.

Es importante destacar que la intervención oceánica (3.1 - 3.2.1. - 3.3) dentro del río está sensiblemente modificada por los vientos (3.2.5), que crean importantes modificaciones en la marea, las corrientes de marea, de salinidad y de derrame; como en la circulación de aguas casi independiente en una y otra costa.

//////
Otro factor muy importante, es la limitación o modificación de la propagación de los agentes oceánicos (olas, corrientes, etc.) es la poca profundidad del río.

En la fisiografía del Río de la Plata Exterior hay un neto contraste entre las zonas norte y sur.

Al sur, está la bahía de Samborombón, baja, fangosa y con una morfología estuarina y de planicie costera. Su fondo, suave y poco profundo, está en gran parte tapizado por arcillas y limos.

Al norte, la costa uruguaya, es alta y rocosa; tiene playas arenosas confinadas a "bahías".

El fondo del río es irregular, presenta eminencias rocosas y está cubierto por arcillas limosas. Al sur de la costa norte, hay un "canal natural" por donde se manifiesta la mayor descarga fluvial, cubierto también por limos y arcillas.

Los sedimentos finos que cubren el fondo de estas dos zonas tienen el mismo origen, fluvial.

Así los sedimentos llevados en suspensión por la descarga fluvial, se depositarán o mejor dicho comenzarán a depositarse por dos efectos. Dinámicos, pérdida de competencia del río y por la acción físico-química del agua salada.

De esta manera, en concordancia con las principales líneas de derrame fluvial, se tendrán dos extensos brazos de sedimentos finos paralelos a las costas norte y sur.

En la bahía de Samborombón, zona relativamente protegida, la sedimentación está principalmente confinada a su parte interior, donde la calma de las aguas y la influencia del agua de mar producen la deposición de los sedimentos finos.

Además el empuje de aguas hacia la costa, generado por la corriente de marea, contribuye a la acumulación de elementos fi-

11111

nos en el fondo de la bahía que difícilmente son incorporados en su totalidad al derrame fluvial y llevados fuera del río. Se debe descartar que en Samborombón existe un verdadero puerto de bahía, con los clásicos procesos que en ella se desarrollan. Allí las aguas en calma tienen las condiciones propicias para depositar pausadamente sus sedimentos en suspensión, traídos por el Plata y/o ríos de la Planicie costera a la bahía.

En la zona norte el caso es diferente, allí la circulación de aguas está menos limitada, ya que la existencia del "canal natural" facilita tanto la salida de las aguas fluviales como el ingreso de agua marina.

Esto provoca en la zona importantes variaciones de salinidad, que actúan notablemente sobre los sedimentos en suspensión transportados por el derrame fluvial.

Las concentraciones de sólidos en suspensión en esa zona (4.8. L.b) como la gran distribución de sedimentos finos del fondo, confirman que por allí el derrame del río es más libre, al punto que los sedimentos finos llegan a extenderse dentro de la vecina plataforma continental (Pozos de Fango).

La acción oceánica y fluvial en la zona norte hacen que se la califique como un ambiente Fluvio-marino.

Los sedimentos finos constituidos por limos con una mineralogía típicamente pampeana y arcilla también de origen pampeano (illita-coelinita) indican claramente que el aporte de estos sedimentos finos es exclusivamente fluvial.

En primer lugar se los atribuye a la erosión de los terrenos de la cuenca superior y en segundo al aporte, pero escaso, de los terrenos pampeanos lindantes con el río (Pampeano y Post-pampeano). Indudablemente las formaciones sedimentarias del Uruguay (predominantemente arcólicas y/o cuarzosas) aportan también algunas partículas típicas pero en el presente trabajo no se le ha prestado una especial atención.

//////

la distribución de arenas dentro del río es un fenómeno completamente ajeno a la dispersión originada por el propio Río de la Plata.

Ellas no son de origen fluvial y han sido traídas por el mar.

Las arenas de la Plataforma continental se continúan desde la latitud del Cabo de San Antonio hacia el norte y sufren una desviación hacia el este de los $35^{\circ}15'$ (Fig.14).

Estas se extienden dentro del río hasta las inmediaciones del banco Inlés desde donde son encerradas por dos brazos de sedimentos finos (Fig.13). La superficie de estas arenas, dentro del río, es bastante suave (+).

Estas arenas, en general homogéneas, solo sufren variaciones en su diámetro medio por la mayor o menor abundancia de fragmentos biógenos o calcáreos.

En estas arenas hay un enriquecimiento de detritos carbonáticos y de conchas a medida que se avanza hacia la Plataforma (zona de conchilla) indicio, según Potter (1967) para cuerpos arenosos de aguas someras y plataforma de este tipo, de relictos de un cuerpo vinculados a islas de barrera (?). Además el análisis de los constituyentes mayores a $0.064 \mu\text{m}$, según el método de Shepard y Moore (1954) indican claramente, como también su fauna, que son relictos de zonas costeras.

La mineralogía de las arenas tiene cierta homogeneidad ya que ellas se continúan desde el sur de la región, con gran similitud con las arenas del litoral atlántico de Buenos Aires, estudiadas por Teruggi et al (1959); Remiro et al (1960).

Al norte de los $35^{\circ}30'$ hay una variación mineralógica que indica la presencia de elementos provenientes del basamento, uruguayo-brasileño.

(+) En algunos puntos se observó ondulaciones de rumbo de 90° y de una amplitud de 10 cm y una longitud de 35 cm, lo que indicaría cierto transporte en la dirección norte (?).

////

nos en el fondo de la bahía que difícilmente son incorporados en su totalidad, al derrame fluvial y llevados fuera del río. Se debe descartar que en Samborombón existe un verdadero ambiente de bahía, con los clásicos procesos que en ella se desarrollan. Allí las aguas en calma tienen las condiciones propicias para depositar pausadamente sus sedimentos en suspensión, traídos por el Plata y/o ríos de la Planicie costera a la bahía.

En la zona norte el caso es diferente, allí la circulación de aguas está menos limitada, ya que la existencia del "canal natural" facilita tanto la salida de las aguas fluviales como el ingreso de agua marina.

Esto provoca en la zona importantes variaciones de salinidad, que actúan notablemente sobre los sedimentos en suspensión, transportados por el derrame fluvial.

Las concentraciones de sólidos en suspensión en esa zona (4.8 l.b) como la gran distribución de sedimentos finos del fondo, confirman que por allí el derrame del río es más libre, al punto que los sedimentos finos llegan a extenderse dentro de la vecina plataforma continental (Pozos de Fango).

La acción oceánica y fluvial en la zona norte hacen que se la califique como un ambiente Fluviomarino.

Los sedimentos finos constituidos por limos con una mineralogía típicamente pampeana () y arcillas también de origen Pampeano (Illita-Caolinita) indican claramente que el aporte de estos sedimentos finos es exclusivamente fluvial.

En primer lugar se los atribuye a la erosión de los terrenos de la cuenca superior y en segundo al aporte, pero escaso, de los terrenos pampeanos lindantes con el río (Pampeano y Postampeanos). Indudablemente las formaciones sedimentarias del Uruguay (predominantemente arcénicas y/o cuarzosas) aportan también algunas partículas típicas pero en el presente trabajo no se le ha prestado una especial atención.

////

Ello indica que hay dos fuentes de dispersión. Al sur, arenas provenientes de la costa de Buenos Aires y Rio Negro; al norte de la costa Uruguayo-Brasilera.

Los agentes actuales de dispersión son la deriva litoral y corrientes litorales; pero siempre dentro de la zona de rompientes ya que fuera de esa zona el transporte es insignificante o nulo (Imman & Bagnol, 1963; Johnson, 1955).

Además debe descartarse en su totalidad cualquier hipótesis de aporte fluvial actual de arena, ya que la existencia en el Río de la Plata Exterior difiere totalmente de la arena de la cuenca del río Paraná y Uruguay.

De haber algún aporte arenoso del río hacia el mar éste sería solo en la zona de playas de la costa norte, pues las características arenosas de las formaciones del litoral uruguayo (fm. Braznán y Chuf) pueden suministrar, por erosión, arena al río. Pero debe de tenerse en cuenta que texturalmente y mineralógicamente estas arenas son totalmente diferentes a las que cubren el centro del río exterior. Además ambos cuerpos arenosos están separados por una espesa capa de fangos fluviales que impiden la conexión de arenas de playa con las del río exterior.

Si el transporte de arena está confinado a la zona litoral queda por lo tanto por justificar la presencia de arenas "dentro" del río exterior.

Para explicar la dispersión de estas arenas, se postula la hipótesis que son de origen transgresivo como producto del avance del mar durante su ascenso pos-glaciarie, tal como lo explicara Shepard (1964) para el caso de extensas plataformas continentales.

Para apoyar esta hipótesis se debe esbozar la historia geológica de la región desde el Pleistoceno superior (Wisconsin) hasta nuestros días.

////

////

El litoral de la Plata exterior es una cuenca espaciosa, donde la acción de los cambios de nivel del mar se manifiestan con intrusiones y regresiones. Estas son provocadas por movimientos del mar y/o de la tierra (eustáticos, epirogénicos o ambos). En general estos tipos de movimientos son difíciles de distinguir uno de otro, ya que superficialmente, en una cuenca, solo se manifiestan por movimientos de la línea de costa y las facies que se observan son el resultado de la combinación de los agentes marinos o continentales.

En la región han quedado rastros indiscutibles de estos procesos.

En primer lugar, Fray y Ewing (1963) determinaron en la plataforma continental varias posiciones del nivel del mar, datadas con métodos isotópicos (C14).

Así para -110 m, (60 brs.) dan una edad de 11.000 a 12.000 años A.P. (antes del presente) y para otra posición de -55 m a -73 m (30-40 brs.) 15.300 ± 300 años A.P. Estas edades determinadas con moluscos de aguas someras indican una posición del nivel del mar o sea de la línea de costa a esas profundidades.

En la planicie costera del nordeste de Buenos Aires, hay también una serie de rasgos literales (cordones de playa, depósitos marinos, etc.), que indican el paso del mar por esa zona.

Algunos de estos cordones han sido datados por el método del C14 y dan mayores edades hacia tierra adentro y para el cordón de playa más próximo al río (2 m a/na) se obtuvo una datación de 4.460 años A.P. (+) Esos cordones son restos de las líneas costeras dejadas por el mar regresivo (Platense ?) hasta que alcanzó más o menos el nivel actual.

(+) Comunicación verbal P. Delaney.

////

Resulta virtualmente imposible, dada la escasa información, hacer correlaciones con las curvas de ascenso del mar construidas para el hemisferio norte, (Shepard, 1964; Fairbridge, 1961; Curray, 1960-61) pero sí se puede postular que el mar desde hace 11.000 años A.P. ha ascendido desde los 110 metros hasta el nivel actual y que se mantiene aproximadamente en la misma posición desde hace 4.460 años A.P. Estos extremos sí coincidirían con las curvas clásicas del hemisferio norte.

De esta manera se puede establecer que la "transgresión holocena" (Curray, 1961) se manifestó en la plataforma continental con una facie de depósitos arenosa transgresivos como producto de las sucesivas líneas de playa que avanzaron hacia el continente (Shepard, 1964; Fetter, 1967). Además si al sur de la región no existen o existieran ríos caudalosos que desaguen al mar, como en el caso del Río de la Plata, no se puede esperar de encontrar sobre la plataforma otro sedimentos que arenas. Ellas serán, transportadas y retrabajadas en la zona costera por la acción de las corrientes laterales, deriva litoral, etc., generadas por las olas oblicuas que convergen sobre las playas (3.2.4). (Iman & Bagnol, 1963; Johnson, 1966) como actualmente ocurre en la costa atlántica.

El mar transgresivo con un manto de arenas avanzó sobre la antigua planicie costera que probablemente lo era también la zona sur del Río de la Plata Exterior, constituida por "pantanos y albuferas", ya que los testigos V24 y V25 (Fig.19) como también algunas perforaciones en el litoral indican por debajo de la arena depósitos arcillosos e intercalaciones de arenas y conchilla con faunas de tipo estuarino o de albufera (lagoon).

De esta manera la facie arenosa cubrió a la "fluvial o estuarina" hasta el momento en que el mar comenzó su definitivo retroceso hasta su actual nivel. Se tiene así un cuerpo con morfología de manto arenoso que sobrecubre una antigua facie transicional.

////

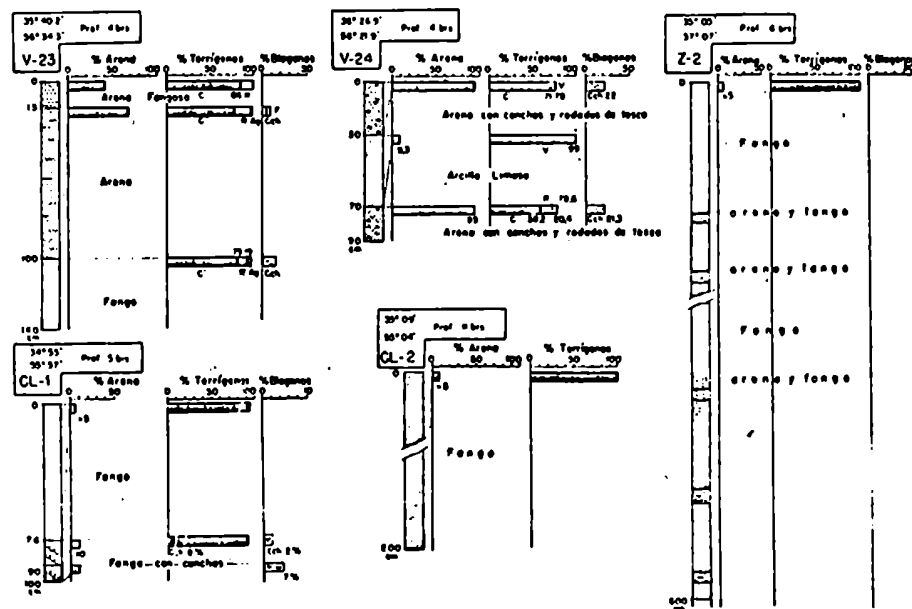


Fig. 19. Testigos verticales más representativos obtenidos en la región.

V-23 Proximidades de banco Piedras.

V-24 " " " Pta. Nasa.

Z-2 Noroeste banco Ortiz.

CL-1 Norte Isla Flores.

CL-2 Sur de Punta del Este.

Abreviaturas: C, cuarzo. R, rocas. Ag, agregados. V, vidrio volcánico. Ch, conchas. F, foraminíferos.

////

Este manto que se extiende desde el sur y engrana al norte con una facie fangosa.

En esta última etapa sobreviene una nueva facie, ella es la fluvial y de bahía que traslapa sobre las antiguas arenas transgresivas como lo muestra el actual esquema sedimentario.

Infelizmente este esquema está sustentado, casi en su totalidad, por elementos de superficie y pocos de profundidad por la que esta hipótesis limita con el campo de la especulación. No obstante, los argumentos de superficie y lo observado en algunos testigos y perforaciones permiten sacar las siguientes conclusiones sobre la distribución de los sedimentos modernos.

- En el Río de la Plata es vertido un volumen promedio de 23.000 m³/ag de aguas fluviales provenientes de la cuenca del Plata. Junto con este volumen líquido son transportados sedimentos en suspensión que promedian entre 50 y 100 mg/l, lo que significa una descarga sólida del orden de 100.000 Tn a 200.000 Tn por día.
Por razones dinámicas, competencia y capacidad fluvial este es el único tipo de sedimentos fluviales que llegan al Río de la Plata Exterior pero no en forma continua.
- La deposición de sedimentos finos, de exclusivo origen fluvial, está restringida a las zonas costeras de la región exterior; bahía de Samborombón y costa uruguaya. En esta última zona llegan a extenderse dentro de la plataforma continental, merced a una mayor libertad de desplazamiento de las aguas fluviales, por la existencia de un "canal natural".
- Los responsables de la deposición de los sedimentos finos son: pérdida de velocidad del río por intervención de los agentes oceánicos y meteorológicos y la acción electrolítica del agua salada.
- Las arenas del río exterior son de origen marino y se refieren a la

//////

acción transgresiva del mar durante el Holoceno. Es decir son relictos de antiguas zonas litorales, que penetran en el río en forma de manto.

- Las arenas próximas a la desembocadura del río (área de conchilla) son realmente relictos de antiguas líneas costeras (depósitos de playa o isla de barrera).
- Las arenas de la costa uruguaya son autóctonas, producto de la erosión del litoral arenoso. Su proveniencia es netamente Uruguay-Brasilera.
- Las arenas de la costa de San Antonio son idénticas a las de la costa bonaerense y guardan una estrecha relación con las arenas de la plataforma aludada y del centro del río. Su proveniencia es netamente Pampeano-Patagónico como lo señalaran originariamente Teruggi y sus colaboradores (1959).
- El esquema ambiental dado por los constituyentes de la fracción gruesa señalan que en esta región se tienen principalmente los ambientes:

Fluvio Marino

Marino

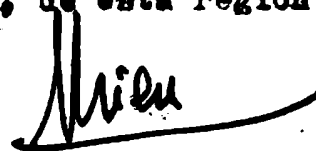
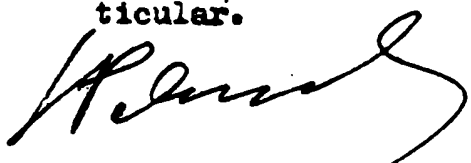
Bahía Interior

Desembocadura de Bahía

Playas Transgresivas

Los responsables de este esquema son principalmente los agentes oceánicos y meteorológicos que modifican el comportamiento fluvial de la región como también los relictos costeros dejados por el mar holoceno, en su avance, en esta vasta región.

Es de interés del autor señalar la necesidad de continuar estos estudios con mayor detalle y en particular en un sentido tridimensional de manera de contar con mejores elementos para llegar a reconstruir la historia geológica, de esta región tan particular.



BIBLIOGRAFIA

- Andreis, P. 1964.- Petrografía y Paleocorrientes de la formación Rio Negro (tramo Gral. Conesa-Bca. del río).
Rev. Museo de La Plata.
- Baley, M.A. 1961.- El Río de la Plata entre la atmósfera y el mar.
Publ. N°621. S.H.N. Buenos Aires.
- Barattini, L. y Ureta, E. 1960.- La fauna de las costas uruguayas del Este (invertebrados).
Consejo Dep. de Montevideo.
- Bassett, W.H. 1964.- Waves and Beaches.
The dynamics of the Ocean surface.
Anchor Books. D & Comp. Inc., N.Y.
- Beach Erosion Board. 1942-48.- Study of Progressive Oscillatory Waves in Water.
Tech. Report 1.
- 1961.- Technical Report N°4.
- Bernardt, J. 1953.- Los Cordones Literales de la Ensenada de Samborombón entre el Río Salada y el Canal 15.
Tesis. Fac. Cs. Ex. y Nat. Univ. Bs. As.
- Berthois, E. 1963.- Techniques estuariennes.
C.N.U. Paris.
- Boltovskoy, E. 1966.- La zona de convergencia subtropical/subantártica en el Océano Atlántico (Parte occidental).
S.H.N. Publ. N-640, Buenos Aires.
- Deureart, J. 1942.- La Vase.
Actualités Scientifiques Hermann, edit. Paris.
- Brown, G. 1961.- The x-ray identification and crystal structures of clay minerals.
Mineralogical Society. London. 344 pp.
- Caorsi, J.H. y Goni, J.C. 1968.- Geología Uruguaya.
Bol. Inst. Geología Uruguay.
Montevideo. Vol. 37.

1111

Carsellon, A. 1944.- Catálogo de los Moluscos Marinos de Puerto Quequén.
Rev. Museo La Plata, Sec. Zoología. T.III. pp. 233-299.

Casal, P.S. 1957.- Geografía de la Rep. Argentina. XVII, I Parte
Sec. Arg. de Est. Geográficos, C.A.E.A. Buenos Aires.

Curray, J. 1961 a).- Late Quaternary sea level; a discussion.
Bull. Geol. Soc. Am. 72 (II), pp. 1797-1712.

1961 b).- Sediments and History of Holocene Transgression
continental Shelf, Norwest Gulf of México.
Rec. Sed. Norwest Gulf of México. Project 51.
Am. Ass. of Petrol. Geol. Tulsa.

Chebatoroff, J. 1959.- El Plata y la dinámica de los estuarios.
Rev. Fac. N°199. Montevideo.

1965.- Matemáticas y Régimen Estuarino.
Inst. de Profesores, Artigas.
Serie: "Trabajos Didácticos" N°9. Montevideo.

Dahan, M. 1966.- Olas generadas por un viento de velocidad constante.
Bol. S.M. Naval. Vol. III, N°4.

Deacon, G.E.R. 1933.- A general account of the Hydrology of the
South Atlantic Ocean.
Discovery Rep. Vol. VII, Cambridge.

Defant, A. 1938.- Aufbau und Circulation des Atlantischen Ozeans.
S.B. Preuss. Akad. Wiss. phys. Math. Kl.
Vol. 14.

Delaney, P.J. 1963.- Quaternary Geologic History of the Coastal
Plain of Rio Grande do Sul, Brazil.
Louisiana State University Studies.
Coastal Studies Institute, N°7.

1965.- ZEPPE BOGK ON THE COASTAL PLATFORM OF SOUTHERN
BRAZIL AND URUGUAY.
Anais da Ac. Brasileira de Ciências.
Vol. 37 (suplemento) pp. 306-310.

1111

////

- _____ 1965.- *Fisiografía e Geología de Superficie de Planicie Costeira de Rio Grande do Sul.*
Sol. Esc. Geología Univ. R.G.S.
Porto Alegre. Publ. Esp. Nº6.
- _____ 1966.- *Geology and Sedimentology of the Coastal Plain of R.G. do Sul, Brazil and Northern Uruguay.*
South American Coastal Studies. T. Rep. Nº36, part B.
Coastal Studies Institute, L. S. Univ.
- Derrotaro Argentino. 1965.- Parte I, Rio de La Plata.
C.H.W. Publ. N-201. Buenos Aires.
- Ducllo Jurado. 1938.- *Mapa de la Zona Marina de la Meseta Continental de Argentina y Uruguay.*
Physis, XII, Buenos Aires.
- Fairbridge, R.W. 1961.- *Eustatic Changes in Sea Level.*
Physics and Chemistry of the Earth, 4, pp. 99-107.
- Folk, R. 1954.- *The Distinction Between Grain Size and Mineral Composition in Sedimentary.* Rock nomenclature.
Jour. Geol. Vol. 62, Nº4, pp. 344-359.
- Francois, Jeang. 1945.- *Cl. Recherches sur le milieu fluvio-marin et les dépôts d'estuaires.*
Thèse, Paris.
Ann. Inst. Océan de Monaco. Nolle Serie T. XXIII, Fasc. 3, pp. 150-344. 1947.
Masson & Cie edit. Paris.
- Fray, J. and Ewing, M. 1961.- *Wisconsin Sea Level as Indicated in Argentine Continental Shelf Corridors.*
Proc. of the As. of Nat. Sc. of Philadelphia.
Vol. 115, Nº6, pp. 113-152.
- Frangueli, J. 1957.- *El Neoceno. Geografía de La Rep. Argentina.*
Sec. Arg. Est. Geográficos GAMA II, 3.
- Giangaud, T. 1941.- *Evolution morphologique et dynamique des estuaires.*
Bull. Ass. Geogr. Francia. Nº140, pp. 97-103.
Nov. Dic.
- _____ 1940.- *Transport et sédimentation dans l'embouchure de la Gironde.*
Bull. Soc. Géol. Francia. T. XVIII, pp. 599-611.

////

////

+

- Goffi, J.C. 1952.- Arenas negras ilmenítico-monocíticas del litoral sur uruguayo.
Rev. Fac. de Humanidades y Ciencias. Montevideo.
- Gonzales Bonorino, F. 1965.- Mineralogía de las fracciones arcillosa y limo del Pampeano en el área de la Ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico.
Rev. As. Geol. Argentina. T.XI, N°1, pp. 67-150.
- _____ 1966.- Soil Clay Mineralogy of the Pampa Plains Argentina.
Jour. of Sed. Petrol. Vol. 36, N°4, pp. 1026-33.
- Gripsberg, S. 1938.- Mechanical Analysis.
Recent Marine Sediments.
Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., Okla. pp. 533-557.
- Grin, R.E. 1933.- Clay Mineralogy.
Mc Graw-Hill, N.Y. 384 p.
- Guilcher, A. 1963.- Estuaries, Belts, Shelf, Slope.
The Sea, Vol. 2, John Wiley & Sons, N.Y.
- Hert,
- Hough, 1942.- Sediments of Cape Cod Bay, Massachusetts.
Jour. Sediment. Petrol. T.12, pp. 12-30.
- Inman, D. and Bagnold, R. 1963.- Beach and Nearshore Processes.
Part II. Littoral Processes.
The Sea, Vol. 3, John Wiley & Sons, N.Y.
- Johnson, J.W. 1966.- Dynamics of Nearshore Sediments Movement.
Bull. of Am. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 40, N°9, pp. 2211-33.
- Klähn, J. 1911.- Ueber die Meeresströmungen Zwischen Kap. Horn und der La Plata Mündung.
Ann. Hydrographie u. Marit. Meteorol. 39 Jahrgang, Berlin.
- Krumbein, W. and Pettijohn, F. 1936.- Manual of Sedimentary Petrography.
Appleton-Cent.-Crofts, Inc. N.Y.
- _____ and Bloos, 1963.- Stratigraphy and Sedimentation.
Fruhan & Camp. Soc. edit.

////

////

5-

- Lincoln, T.A. 1956.**- Los sedimentos peaníticos actuales de la región costera entre Faro Recaiada y Punta Asunción (Provincia de Bs. As.).
Tesis Museo La Plata, N°234, 129 pp. La Plata.
- Massa, G.A. 1951.**- Recursos Hidráulicos Superficiales.
Consejo Fed. de Investigaciones. T. IV, VI y II.
- Milner, H.B. 1962.**- Sedimentary Petrography.
The Macmillan Co, N.Y.
- Morgan, J., Van Lopik and Nichols, L.G. 1953.**- Occurrence and Development of Mudflats along the Western Louisiana Coast.
Louisiana State Univ. Baton Rouge, Coastal Studies Inst. Tech. Rep. 10.
- _____ and Trendrell, R. 1954.- Cemented sandstone slabs of the Chalencour Islands, Louisiana.
Jour. Sed. Petrology. Vol. 24, N°2, pp. 71-75.
- Ottmann, F. 1957.**- Sobre ciertos índices numéricos simples para el estudio de los sedimentos móviles desde el punto de vista geológico.
Rev. de l'Institut Français du Pétrole.
Vol. XII, N°4, pp. 503-507.
- _____ y Uribe, O.M. 1965 a).- Le mélange des eaux douces et marines dans le Rio de la Plata.
Cahiers océanographiques, Vol. XVII, Fasc. 10, pp. 703-713.
- _____ 1965 b).- Sur quelques problèmes sédimentologiques dans le Rio de la Plata.
Rev. de Géograph. Physique et de Géologie Dynamique.
Vol. VIII, Fasc. 3, pp. 209-224.
- Ramiro, J. y Etchepare, M. 1960.**- Muestras de fondo de la Plataforma Continental comprendida entre los paralelos 34° y 35°30' de latitud sur y los meridianos 53°10' y 56°30' de longitud oeste.
Bull. Mus. Os. Nat. Bernardino Rivadavia. T.IV.
- _____ 1963.- La corriente de las Malvinas y los Sedimentos Pampeano y Patagónico.
Bull. Mus. Os. Nat. Bernardino Rivadavia. N°20.

////

//////

4-

- Shepard, P. and Moore, H. 1954 a) - Sedimentary Environments Differentiated by Coarse Fraction Studies.
Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 43, N° 9,
pp. 2051-67.
- _____ 1954 b) - Nomenclature based on Sand-Silt-Clay Ratio.
Jour. Sed. Petrology. Vol. 24, N° 3, pp. 193-98.
- _____ 1964 - Criteria in modern Sediments useful in recognizing ancient sedimentary environments.
Developments in Sedimentology. Vol. I (Van Straten Ed.). Elsevier Ed. pp. 1-23.
- Trask, P. 1938 - Origin and Environment of Source Sediments of Petroleum.
Gulf Publ. Co. Houston.
- Teruggi, M. 1949 - Contribución a la geomorfología argentina. Las arenas de la zona de Mar de Ajó.
Notas Mus. de La Plata. T. XIV, N° 61.
- Teruggi, M., Ochar, E., Ramirez, J. y Lincoyán, T. 1959 - Las arenas de la costa de la Provincia de Buenos Aires, entre Cabo San Antonio y Bahía Blanca.
L.E.M.I.T. Ser. XII, N° 77 (La Plata).
- Urien, G.M. 1966 - Distribución de los sedimentos en el Río de la Plata Superior.
Bol. S.H. Naval. Vol. XII, N° 3, pp. 197-203.
- _____ 1966 - La Sedimentación en el Río de la Plata (Abstract).
II° Congreso de Oceanografía. Mosú.
- Van Andel, T.J. y Curray, J. 1968 - Regional aspects of modern sedimentation in northern Gulf of México and similar Basing, and Paleogeographic significance.
Recent Sed. Northwest Gulf of México.
Am. Assoc. Petrol. Geol. Tulsa.

A N E X O

En este anexo figuran los principales datos obtenidos durante el estudio de la región Exterior del Rio de la Plata y zonas aledañas. Los datos que a continuación se exponen tratan de ser los más representativos; el resto de la información se halla en los archivos de la División Geología Marina del Servicio de Hidrografía Naval.

CUADRO

Numeración y Ubicación de las Principales Muestras Estudiadas

Muestra		Posición	
Nº	Serie	Latitud	Longitud
		Zona bancos	
101	B 20	Ponton Recalada (Tridente I)	
102	U 39	35°10'5	55°51'0
104	" 36	35 08 3	55 29 0
106	" 51	35 15 0	55 45 9
109	" 6	35 17 0	56 12 4
110	" 13	35 20 1	56 06 9
111	" 12	35 20 1	56 01 0
112	" 15	35 23 1	56 02 0
113	" 12	35 18 8	55 40 8
114	" 33	35 18 8	55 29 1
115	" 34	35 18 5	55 15 0
117	B 10	35 29 4	56 24 8
118	D 11	35 34 2	56 24 1
119	U 17	35 30 0	56 00 3
120	" 28	35 30 1	55 51 0
121	D 8	35 29 5	55 32 0
122	" 7	35 29 3	55 15 2
123	G 5	35 38 5	56 35 8
124	B 11	35 38 7	56 27 8

//////

CUADRO

Numeración y Ubicación de las Principales Muestras Estudiadas			
Muestra		Posición	
Nº	Serie	Latitud	Longitud
Zona Bancos (continuación)			

125	D 10	35 38 0	56 12 0
126	B 16	35 41 8	56 43 5
127	U 19	35 42 0	56 00 3
129	B 15	35 52 0	56 47 0
130	G 8	35 52 5	56 41 5
131	U 21	35 51 0	55 59 4
132	U 22	35 51 3	55 59 0
134	" 50	35 20 9	55 48 4
136	G 6	35 43 1	56 37 8
137	FM 111	35 44 7	56 26 2
138	" 113	35 50 0	56 19 5
141	G 9	35 52 5	56 43 9
142	FM 41	36 02 8	56 28 2
143	" 113'	35 56 3	56 21 6
146	FM 9	36 14,6	56 14 0
147	" 66	36 15 7	56 09 0
161	E 3	35 17 58	56 25 33

//////

////

-3-
CUADRO

Numeración y Ubicación de las Principales Muestras Estudiadas

Muestra		Posición	
Nº	Serie	Latitud	Longitud
Zona Bancos (continuación)			
158	U 11	35° 16' 05"	56° 00' 00"
162	B 9	35 20 00	56 21 00
168	U 16	35 25 08	56 01 03
175	G 7		
179	B 12	35 57 05	56 34 02

Zona Norte, Costa Bruguaya

200	UU 14	34 47 05	55 43 08
201	" 20	34 48 00	55 29 05
206	" 65	34 55 00	55 25 08
207	" 26	34 52 00	55 18 06
209	" 32	34 53 06	55 06 00
224	D 4	35 05 00	54 24 05
225	B 21	35 01 00	56 12 00
232	A 16	35 04 02	54 52 05
266	UU 30	34 56 05	55 10 05
268	" 59	34 56 05	55 08 05

////

////

CUADRO

Numeración y Ubicación de las Principales Muestras Estudiadas

Muestra		Posición	
Nº	Serie	Latitud	Longitud
Zona San Borombón			
304	B 17	35° 32' 08"	56° 40' 01"
306	SB 20	35 43 04	57 03 02
307	E 10	35 43 17	56 58 09
308	B 11	35 47 10	56 58 09
309	SB 16	35 51 05	57 13 00
310	" 12	36 02 04	57 07 02
311	F 12	36 03 07	56 51 03
312	B 13	36 07 02	56 38 00
313	G 11	36 06 05	56 43 00
314	SB 7	36 09 03	56 51 07
315	E 13	35 51 50	56 57 49
316	FMº 36	35 58 05	56 53 02
327	" 107º	35 38 00	56 43 00
331	SB IV 18	35 47 01	57 08 03
336	SB IV 14	35 57 03	57 11 01
346	SB V 46	36 10 02	56 48 00
351	SB V 44	36 14 05	56 42 03
305	SB 22	35 40 00	56 57 02

////

CUADRO

Numeración y Ubicación de las Principales Muestras Estudiadas

Muestra

Posición

Nº	Serie	Latitud	Longitud
Zona Cabo San Antonio (Plataforma)			
400	SB 2	36° 18' 03"	56° 37' 08"
401	PM 13	36 21 04	56 29 00
402	PM 16	36 26 00	56 29 01
403	PM° 71	36 29 02	56 09 03
404	PM 20	36 34 06	56 19 05
405	PM 22	36 43 00	56 30 00
406	PM 5001	36 45 09	56 16 07
407	PM° 76°	36 41 00	55 59 00
408	PM° 78	36 47 00	56 36 00
409	PM° 76	36 49 02	55 54 00
410	PM° 80	36 54 02	56 11 02
411	PM 31	36 59 02	56 36 05
412	PM° 32	36 58 00	56 25 00
414	PM 15	36 26 01	56 40 02
415	PM 11	36 18 06	56 39 08
418	SB 41	36 20 09	56 35 02
425	PM 25	36 50 00	56 20 03
432	PM 28	36 54 04	56 37 02

////

-6-
CUADRO

Numeración y Ubicación de las Principales Muestras Estudiadas			
Muestra		Posición	
Nº	Serie	Latitud	Longitud
Zona Exterior (Plataforma)			
500	D 5	35°17'02"	54°31'05"
501	D 6	35 25 00	54 44 00
509	FMº 146	36 40 07	55 31 03

CUADRO II

Datos Granulométricos y Estadísticos

Muestra Nº	Prof. en pies	Arrend. %	Limo %	Arcilla %	Med. mm	CDM mm	So	SRM	Clasif.	Observ.
Zona Bances										
101	-	1.30	44.93	51.77	8.60	0.003	1.82	3.46	-1.27	Arc. Lim.
102	31.0	86.10	13.10	0.80	3.10	0.116	0.165	1.10	0.015	Arc. Lim.
104	65.5	26.01	54.18	19.80	4.65	0.041	1.76	3.40	0.21	Lim. Ar.
106	21.5	100.00	-	-	1.55	0.340	0.56	1.50	-0.01	Ar.
109	26.5	99.00	-	1.00	1.00	0.500	0.20	1.15	0.00	Ar.
110	29.5	60.21	31.43	8.34	2.85	0.14	1.13	2.20	1.13	Ar.
111	156.0	99.70	-	0.30	2.10	0.230	0.20	1.15	0.05	Ar.
112	29.5	99.60	0.40	-	1.95	0.260	0.30	1.22	0.00	Ar.
113	156.0	100.00	-	-	4.30	0.051	0.225	1.17	0.025	Ar.
114	47.5	100.00	-	-	4.20	0.054	0.275	1.20	0.025	Ar.
115	70.8	100.00	-	-	4.30	0.051	0.275	1.20	-0.025	Ar.
117	41.5	96.10	0.30	3.60	2.60	0.167	0.45	1.48	-0.05	Ar.
118	41.0	100.00	-	-	4.30	0.051	0.25	1.20	0.00	Ar.
119	32.5	100.00	-	-	4.15	0.058	0.275	1.17	0.025	Ar.
120	41.0	100.00	-	-	4.25	0.053	0.25	1.20	0.00	Ar.

CUADRO II

Datos Granulométricos y Estadísticos

Muestra Nº	Profundidad pies	Área %	Ángulo º	Arquilla %	MD mm	CTP mm	So mm	SNV	Clasif.	Observ.
Zona Bancos (continuación)										
121	65.5	100.00	-	-	2.15	0.230	0.425	1.42	0.025	AT.
122	75.5	98.60	1.40	-	3.70	0.078	0.25	1.20	0.05	AT.
123	47.5	90.22	11.58	38.10	4.00	0.063	3.75	13.50	2.75	AT.AFC.
124	26.2	92.15	7.85	-	1.15	0.460	0.675	1.58	0.175	AT.
125	54.0	99.38	0.62	-	4.35	0.050	0.25	1.20	0.00	AT.
126	43.5	97.86	2.14	-	2.10	0.230	0.30	1.22	0.00	AT.
127	29.7	100.00	-	-	2.45	0.185	0.20	1.15	0.00	AT.
129	42.9	98.00	0.10	1.90	2.20	0.220	0.35	1.28	0.00	AT.
130	54.0	95.62	4.38	-	2.80	0.146	0.225	1.17	0.025	AT.
131	38.8	100.00	-	-	2.15	0.230	0.25	1.20	-0.05	AT.
132	32.7	100.00	-	-	2.35	0.196	0.175	1.13	0.025	AT.
134	29.8	99.98	0.02	-	2.60	0.167	0.225	1.17	0.025	AT.
136	60.0	84.94	15.06	-	2.50	0.176	0.40	1.42	-0.05	AT.
137	45.9	97.68	2.32	-	2.25	0.210	0.275	1.20	0.025	AT.
138	52.4	98.79	1.21	-	2.55	0.180	0.25	1.20	-0.10	AT.

CUADRO II

Datos Granulométricos y Estadísticos

Muestra No	Prof. en pies	Arena %	Limo %	Arcilla %	Md mm	QD ₅	So	S ₁₅	Clasif.	Observ.
Zona Bancos (continuación)										
141	48.0	90.80	9.19	-	2.90	0.136	0.00	1.00	0.00	Ar.
142	55.8	94.91	5.09	-	2.80	0.146	0.175	1.13	0.025	Ar.
143	52.7	97.74	2.26	-	2.35	0.196	0.425	1.42	-0.025	Ar.
147	85.4	97.30	2.70	-	2.90	0.176	0.225	1.17	-0.225	Ar.
168	-	97.48	2.52	-	2.95	0.130	0.30	1.22	0.00	Ar.
Zona Norte, Costa Uruguaya										
200	24.0	60.0	6.12	33.88	3.00	0.125	3.90	8.90	3.30	Ar. Arc.
201	13.0	54.17	19.76	26.07	3.10	0.120	2.975	7.80	2.125	Ar. Arc.
206	66.0	49.95	7.92	42.13	4.00	0.063	5.17	32.80	0.97	Ar. Arc.
207	30.0	73.90	9.17	16.93	2.60	0.170	1.70	3.20	-0.15	Ar.
209	24.0	91.06	3.99	4.95	3.06	0.125	0.485	1.40	0.02	Ar.
224	126.6	52.36	24.12	23.51	3.40	0.087	2.15	4.20	1.41	Ar. Lim.
225	-	2.30	27.65	70.05	8.30	0.003	1.66	3.18	-0.23	Ar. Lim.
232	-	0.30	24.42	75.28	8.60	0.003	1.58	3.00	-0.98	Ar. Lim.

CUADRO II

Datos Granulométricos y Estadísticos

Muestra No	Prof. en Cien	Árc. %	Limo %	Arcilla %	Mód. mg	Id. mg	SP	So	SM	Clasif.	Uso
Zona San Borembón											
304	49.7	43.69	21.62	34.69	4.80	0.036	2.70	6.50	0.74	Ar. Arc.	
306	30.8	13.54	30.73	55.73	4.00	0.0615	1.875	3.60	-1.725	Ar. Lim.	
307	37.8	60.21	7.20	32.58	2.80	0.145	3.55	11.9	3.35	Ar. Arc.	
308	33.0	83.30	16.80	-	3.00	0.125	0.175	1.12	0.075	Ar.	
309	22.0	12.24	31.77	55.98	8.15	0.003	2.92	7.60	-0.74	Ar. Lim.	
310	27.0	14.02	26.73	59.24	7.35	0.006	1.92	2.85	-1.13	Ar. Lim.	
311	36.0	67.22	9.64	23.14	3.20	0.110	3.85	15.00	1.575	Ar. Arc.	
312	32.8	92.90	0.30	6.80	2.70	0.158	0.075	1.06	0.025	Ar.	
313	48.0	69.16	5.73	25.11	1.10	0.125	2.20	4.60	1.90	Ar. Arc.	So. 0.12%
314	27.0	54.41	33.46	12.13	3.80	0.070	1.00	2.00	0.22	Ar. Lim.	
315	31.0	86.40	3.26	10.33	2.70	0.155	0.50	1.41	-0.23	Ar.	
316	37.9	95.37	4.63	-	2.65	0.163	0.40	1.42	-0.60	Ar.	
327	-	40.00	20.00	40.00	2.20	0.22	0.425	1.32	0.025	Ar. Arc.	
Zona Cerro San Antonio											
400	42.0	32.67	29.86	37.47	5.00	0.030	3.15	8.90	0.67	Ar. Lim. Arc.	
401	53.0	100.00	-	-	2.55	0.180	0.15	1.10	-0.05	Ar.	

1111

CUADRO II

Datos Granulométricos y Estadísticos

Muestra	Prof. en pies	Arena %	Limo %	Arcilla %	Ms mm	Ms mm	Ms mm	SNP	Clasif.	Observ.
Zona Cabo San Antonio (continuación)										
402	53.0	100.00	-	-	2.30	0.203	0.25	1.20	0.00	Ar.
403	77.0	100.00	-	-	2.60	0.167	0.25	1.20	0.00	Ar.
404	62.0	99.08	0.12	-	1.95	0.260	0.25	1.20	0.05	Ar.
405	48.0	99.84	0.16	-	2.30	0.203	0.275	1.20	0.005	Ar.
406	72.0	100.00	-	-	1.10	0.470	0.50	1.41	0.00	Ar.
407	106.6	100.00	-	-	-1.00	-	-	-	-	Ar.
408	36.6	100.00	-	-	1.80	0.290	0.15	1.10	0.05	Ar.
409	35.2	100.00	-	-	1.10	0.465	0.505	1.45	0.025	Ar.
410	78.8	100.00	-	-	2.15	0.196	0.20	1.15	2.15	Ar.
411	26.0	99.30	1.70	-	8.70	0.155	0.25	1.20	0.00	Ar.
412	72.0	99.87	0.13	-	2.00	0.250	0.10	1.08	0.00	Ar.
414	24.0	17.22	25.82	-	7.70	0.004	2.66	6.40	-0.24	Ar.
Zona Exterior (Plataforma)										
500	68.9	100.00	-	-	2.65	0.160	0.15	1.10	0.00	Ar.
501	68.0	99.86	0.14	-	2.50	0.176	0.15	1.10	0.00	Ar.
509	65.5	100.00	-	-	0.60	0.660	1.10	2.15	-0.50	Ar.

Sb. 0.88%
Sb. 49.96%
Sb. 0.50%
Sb. 1.40%

CUADRO III

Porcentajes de Minerales Pesados de acuerdo a las proveniencias de rocas más destacables.

Muestra Nº		104	106	113	114
Acidas					
(Ig.Peg.)	Acc				
	TR	-	0.5	1	1
	Zr	6.5	0.5	1	1
	EP	-	7	2	4
	AP	-	0.5	-	-
	Ti	-	-	-	-
		6.5	8.5	4.0	6.0
Básicas					
	Ho (mr)	6.5	26	14	9
(Ig)	AU	18.5	31	33	47
	HI	1.5	2	2	1
	RT	0.5	-	-	2
		27.0	59.0	49.0	59.0
Metam.					
	Gr	0.5	7	1	10
	Es	-	-	-	-
	Ci	-	0.5	-	-
		0.5	7.5	1.0	10.0
Organ.					
	Ch	-	-	-	-
	Calc.	0.5	-	-	-
		0.5	-	-	-
Alterad.					
	Pa	-	8	18	-
	Bi	-	-	-	-
		-	8.0	18.0	-
	OP	55.5	17	28	25
		99.0	99.0	100.0	100.0
% Pesados					
		2.4	6.6	6.2	1.5

Abreviaturas: Acidas = Ig. rocas ígneas y Peg. pegmatitas; Básicas Ig. rocas ígneas; Metam. metamórficas; Organ. orgánicos (conchas y calcita orgánica); Alterad. minerales alterados o de determinación difícil. % Pesados; % Total de minerales pesados para material mayor de 0.064 mm.

Acc. minerales accesorios (en general) y TR, turmalina, Zr, Zircón.

EP. Epidoto, AP, apatita, Titanita.

Ho. Hornblenda (común y marrón). AU, augita. HI, hipersteno.

RT. natilo. Gr, granate. Es, espedumeno. Ci, Cianita.

Ch. conchas (molidas). Calc, calcita. Pa, pastas volcánicas.

Bi. biotita. OP, minerales opacos en general, incluyendo magnéticos.

////

CUADRO 111

Muestra Nº	115	117	119	120	131	146
Acidas (Ig. Peg.) Acc						
TR	-	1	2	-	-	-
RF	2	3	4	1	-	1
RP	2	2	8	3	0	1
AP	-	-	-	-	-	-
T1	-	-	-	-	-	-
	4.0	4.0	6.0	14.0	4.0	2.0
Básicas (Ig.)						
HO	25	11	23	23	15	7
AU	43	26	37	41	47	38
HI	13	10	-	6	18	19
RT	-	-	-	-	-	-
	81.0	49.0	60.0	70.0	80.0	64.0
Metan.						
Gr	1	6	6	6	1	4
Es	-	-	-	-	-	-
O1	-	-	-	-	-	-
	1.0	6.0	6.0	6.0	1.0	4.0
rgan. Calc.						
Ch	-	-	-	-	-	-
Calc.	-	-	-	-	-	-
Alterad. B1						
Pa	5	21	-	7	6	5
B1	-	-	-	-	-	-
	5.0	21.0	-	-	-	-
OP						
OP	9	18	10	10	13	25
	100.0	100.0	90.0	97.0	100.0	100.0
# Pasados						
# Pasados	12	5.0	7	0.5	2	17.5

////

CUADRO III (continuación)

Muestra No	151	158	162	175	179	201
Acidas (Ig. Peg.)						
TR	-	-	-	-	-	3
Zr	-	-	2	1	0.7	6
KP	1	1	1	1	0.7	12
AP	-	-	-	-	2.5	-
T1	-	-	-	-	-	-
	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	21.0
Básicas (Ig.)						
Ho	18	13	11	20	5.8	12
AU	51	30	14	31	51.4	10
HI	12	18	6	25	22	1
HT	-	-	-	-	-	1
	81.0	61.0	31.0	76.0	79.2	24.0
Metam.						
Gr	1	-	1	4	1.4	0.5
Es	-	-	-	-	-	7
Cl	-	-	-	-	-	2
	1.0	1.0	1.0	4.0	1.4	9.5
Organ.						
Ch	-	-	17	-	-	-
Calc.	-	2	-	-	-	0.5
	2.0	2.0	17.0	-	-	0.5
Alterad.						
Pa	10	25	19	10	3	2
B1	-	-	2	-	-	1
	10.0	25.0	21.0	10.0	3.0	3.0
OP	7	11	27	8	12.5	40
	100.0	99.0	102.0	100.0	100.0	98.0
% Pesados	2	1.2	2.4	6	14.2	0.7

CUADRO III (continuación)

Muestra Nº	209	224	268	305	304	312
Ácidos (Ig. Peg.) Acc						
TR	2	-	1	-	-	-
Zr	12	-	6	1	2	-
EP	10	4	6	-	3	1.1
AP	-	-	-	-	-	-
TI	1	-	-	-	-	-
	25.0	4.0	13.0	1.0	4.0	1.1
Básicas (Ig.)						
Mo	5	18	5	19	17	13.6
AU	6	19	2	24	30	27
HI	-	23	0.5	9	0	29
HT	3	-	0.5	-	-	-
	14.0	60.0	8.0	52.0	56.0	65.6
Metam.						
Gr	1	1	6	1	3	0.6
Es	4	-	3	-	-	-
Cl	-	2	2	-	-	-
	5.0	3.0	11.0	1.0	3.0	0.6
Organ.						
Ch	-	-	-	4	-	0.8
Calc.	-	-	-	-	-	-
				4.0		0.8
Alterad.						
Pa	-	8	-	1	20	17
B1	-	-	-	2	-	-
		8.0		3.0	20.0	17.0
OP	55	25	67	27	16	14
% Pesados	7.0	3	6	2	7	14.0
	99.0	100.0	99.0	88.0	99.0	99.1

CUADRO III (continuación)

Muestra N°	315	331	341	336	346	352
Ácidos (IG. Peg.) Acc						
TR	-	-	-	-	-	-
Zr	-	1	1	-	1	-
EP	1	-	2	3	2	1
AP	1	-	-	1	-	-
T1	-	-	-	-	-	-
	2.0	1.0	3.0	4.0	3.0	1.0
Básicas (Ig.)						
HO	12	21	14	23	11	10
AU	32	14	30	25	38	48
HI	27	20	9	13	11	24
ET	-	-	-	4	-	-
	71.0	45.0	53.0	61.0	60.0	82.0
Metam.						
Gr	1	-	-	-	1	1
Ps	-	-	-	-	-	-
C1	-	-	-	-	-	-
	1.0				1.0	1.0
Organ.						
Ch	-	17	3	7	-	-
Calc.	-	-	-	-	-	-
		17.0	3.0	7.0		
Alterad.						
Pa	16	22	17	17	7	1
B1	-	4	1	3	-	-
	18.0	26.0	18.0	20.0	7.0	1.0
OP	8	10	23	8	30	10
	100.0	99.0	100.0	100.0	101.0	95.0
% Pesados	6.4	4	2	1	1	1

CUADRO III (continuación)

Muestra	401	414	418	425	432	415
Acidos (Ig. Peg.)						
TR	-	-	-	-	1	-
ZR	1	-	1	1	1	1
EP	3	3	2	4	1	1
AP	-	1	-	1	-	-
T1	-	-	-	-	-	-
	4.0	4.0	3.0	2.0	3.0	2.0
Alcalos (Ig.)						
NO	7	15	7	7	36	11
AU	41	32	30	44	31	30
HI	25	15	18	20	9	25
RT	-	-	-	-	-	-
	73.0	62.0	55.0	71.0	76.0	66.9
Metan.						
Gr	4	2	1	2	1	1
Do	-	-	-	-	-	-
C1	-	-	-	-	-	-
	4.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0
Organ.						
Ch	-	1	1	-	1	1
Calc.	-	-	-	-	-	-
	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Substanc.						
Pa	5	8	17	11	6	16
B1	-	-	-	-	-	-
	5.0	8.0	17.0	11.0	6.0	16.0
OP	14	23	33	14	13	13
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9
Reservas	5	8	15	6.5	0.8	4.1

CUADRO III'

Minerales livianos, más característicos

Muestra Nº	Ar. %	Σ	Terrígenos					BIO %	Observ.
			C	Plg.	F.K.	F.L.	Vv.		
			Zona Bancos						
104	26.0	95	5	5	-	22	63	5	
113	100.0	98	19	38	10	31	-	2	
114	100.0	99	18	39	4	38	-	1	
117	96.1	100	23	29	7	39	2	-	
119	100.0	100	8	51	14	25	2	-	
131	100.0	97	20	39	11	26	1	3	
158	20.0	100	19	23	10	42	6	-	
162	22.20	99	17	14	5	51	12	1	
179	96.20	100	14	26	3	55	2	-	
			Zona Norte						
201	54.17	100	84	2	8	5	1	-	
209	91.06	100	69	5	22	4	-	-	
224	52.36	99	18	15	1	52	5	1	8% Peles.

Abreviaturas: Ar, arena; Terr, terrígenos; BIO, biógenos; C, cuarzo
 Plg, plagioclasas; F.K, feldespató potásico; F.L, fragmentos líticos;
 Vv, vidrio volcánico.

-2-
CUADRO III'

Minerales livianos, más característicos									
Muestra No	Ar %	%	Terrígenos					BIO %	Observ.
			C	Plg.	P.H.	F.L.	Vv.		
Zona Norte (continuación)									
266	8.4	100	74	4	11	10	2	-	
268	20.34	100	64	7	22	7	-	-	
Zona Sanborombón									
304	43.69	100	14.7	26	4	50	5	-	
305	11.15	98	17.0	20	2	28	23	2	8% Peles.
312	92.90	100	18	35	6	39	2	-	
315	86.40	100	10	30	6	52	2	-	
331	5.45	98	17	20	2	28	23	2	8% Peles.
336	31.75	99	10	27	1	33	25	1	3% "
346	100.0	99	7	21	2	60	9	1	
351	94.4	99	8	24	4	41	22	1	
Zona San Antonio									
401	100.0	100	17	28	4	49	2	-	
415	6.60	99	11	16	4	30	38	1	
432	77.30	95	14	20	4	51	6	5	
146	96.51	100	11	27	5	54	3	-	

1111

11111

CUADRO III'

Minerales livianos, más característicos									
Muestra Nº	Ar %	%	Terrígenos					BIO %	Observ.
			O	Flg.	F.K.	F.L.	Vv.		
			Zona Exterior						
505	100.0	98	20	33	9	15	3	2	17% Pelec.
506	100.0	99	21	48	8	7	3	1	9% Pelec.

CUADRO V

VALORES DE SALINIDAD Y MATERIA EN SUSPENSIÓN
(Datos Generales)

Localidad	Superficie		Fondo		Fecha
	S ^o /oo (1)	M.S. mg/l (2)	S ^o /oo	M.S. mg/l	
El Codiillo	-	388.0	-	584	22-V-63
	-	168.0	-	-	17-III-64
	0.2	57	0.2	158	V-66
Necalada	7.1	87.1	11.1	277.2	17-III-64
	2.2	59.5	20.1	262.0	16-IV-64
	5.2	23.4	6.7	107.0	-
	0.5	48.0	19.0	347.0	V-66
Montevideo	15.8	120.0	19.0	525.0	17-III-64
	11.1	85.9	27.0	329.0	16-IV-64
	1.3	40.5	2.0	43.0	22-V-66
Pta. Negra	20.5	120.0	30.2	348.9	24-VIII-63
	27.4	283.0	30.0	172.0	16-IV-64
	15.1	168.0	-	-	5-III-64
	7.2	40.0	30.0	-	V-66
Pta. del Este	27.52	159.5	33.12	804.0	24-VIII-63
	30.5	219.0	34.6	151.0	16-IV-64
	8.0	-	34.0	-	V-66
Dpto. Rouen	-	-	30.2	319.0	24-VIII-63
	30.2	234.0	29.5	147.0	16-IV-64
Pta. Mesa	23.7	148.0	23.6	238.4	25-VIII-63
	13.8	514.0	13.9	820.0	22-V-63
	19.9	138.0	19.9	151.0	22-III-64
	16.0	208.0	19.0	231.1	15-III-64
	13.0	66.0	25.0	67.0	V-64
Rio Salado	11.0	72.8	21.5	14.4	9-II-64
	13.1	110.0	13.2	578.0	18-III-64
	16.5	9.6	19.7	218.0	9-II-64
	10.5	32.7	18.1	319.0	18-III-64

(1) Salinidad; (2) Materia en suspensión.

CUADRO VI

Composición Mineralógica de la Fracción Arcilla (en porcentos)						
Muestras Nº	Montmor. %	Illita %	Caolin. %	Cuarzo %	Feld. %	Observaciones
Zona Samborombón						
300	15	30	35	10	10	
331	30	40	25	?	5	Hacia el mar
332	20	45	25	5	5	
341	15	40	25	10	10	
Zona Norte (Costa uruguaya)						
107	10	40	30	15	5	Hacia el mar
245	15	45	30	5	5	
205	20	45	30	5	-	
276	15	40	35	5	5	
Costa Atlántica (al Norte de Pta. del Este)						
K 20	25	40	30	?	5	Hacia el río
K 6	20	40	30	5	5	
D I	15	45	35	5	?	
Rio Superior y Medio						
Z I 24	10	30	20	25	15	Hacia el este
Z II 46	10	30	25	20	15	
B 3	30	35	20	10	5	
B 6	15	50	25	5	5	