

REPUBLICA ARGENTINA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIA
Avenida Pellegrini 250

INSTITUTO DE FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA
"Dr. ALFREDO CASTELLANOS"

Directora Dra. PIERINA PASOTTI

PUBLICACIONES
LX

AEROFOTOINTERPRETACION DE UN SECTOR DEL DELTA ENTRERRIANO

POR

PIERINA PASOTTI, CARLOS A. CANOBA y WALLY R. CATALANI

ROSARIO - 1976

AEROFOTOINTERPRETACION DE UN SECTOR DEL DELTA ENTRERRIANO

INTRODUCCION

Este estudio, realizado fundamentalmente sobre la base de la interpretación de fotografías aéreas, es de carácter preliminar.

En él se presenta un conjunto de diseños aerofotográficos relacionados con la evolución y la dinámica actual del valle aluvial del río Paraná. Ellos constituyen verdaderos modelos de redes hidrográficas que se presentan en unos casos en inmediato contacto entre sí, lo que implica cambios notables tanto en la dirección como en el alcance del avenamiento.

Su conocimiento es indispensable para la solución de problemas vinculados con la recuperación y aprovechamiento de tierras y así como también con la navegación y obras de canalización.

El área en estudio comprende una parte del Delta que se encuentra dentro de la delimitada por los ríos Gualeguay, Uruguay y Paraná Ibicuy. (fig. 1), aproximadamente.

En conjunto se puede considerar como un gran sector encharcado o plano hundido con sus bordes ligeramente más elevados (ya sea por rasgos naturales o artificiales), con una suave pendiente de NW a SE, siendo el río Paranacito el colector de las aguas que ingresan lentamente desde el NW. La depresión se encuentra entrecruzada por arroyos y esteros y sometida a la influencia de las crecientes de los ríos Paraná y Gualeguay, dado que la pequeña elevación de los médanos y obras artificiales que la bordean no son defensa suficiente contra las inundaciones.

Esto no ha permitido el desarrollo de la agricultura a pesar de ser las condiciones climáticas y edáficas aptas para ello a excepción del establecimiento La Mazaruca, gracias a la construcción de terraplenes (polderización) que permitieron la forestación de una extensa área.

El material con que hemos contado fue:

- a. Relevamiento aerofotográfico realizado el 27 de noviembre de 1975.
- b. 8 mosaicos en escala 1: 50.000 que cubren parcialmente el total del área (fig. 1). La falta de coincidencia con las aerofotografías e incluso con las hojas topográficas del Instituto Geográfico Militar, provocan los espacios en blancos de la figura 9.
- c. 36 hojas topográficas del IGM en escala 1: 50.000 con planimetría fotogramétrica (fig. 1) que comprenden levantamientos ejecutados entre 1967 y 1974, en gran mayoría corresponden a los años 1969-70. La altimetría (a plancheta) si bien brinda información importante, la equidistancia utilizada ofreció dificultades a las necesidades de repre-

sentación de un área de escasa amplitud del relieve, en la que pocos decímetros de desnivel se corresponden con rasgos geomorfológicos diferentes y de gran importancia en cuanto a la frecuencia, característica y duración de las inundaciones.

- d. Una imagen del satélite ERTS, gentilmente facilitada por el señor Sven Axel Kruse de Rosario, a escala aproximada 1: 1.000.000 registrada el día 25 de febrero de 1973 en un instante en que no había cubierta de nubes. Corresponde al canal de recepción 7, es decir registros de la longitud de onda 0.8μ a 1.1μ del cercano infrarrojo (fig. 7). Presenta un buen contraste, destacándose los cuerpos de agua lo que permite una visión de conjunto de gran valor.

RASGOS CLIMATICOS Y VEGETACION

Con el objeto de considerar las características climáticas del área en estudio, se ha tomado como referencia la estación meteorológica Gualeguay de la red de Servicio Meteorológico Nacional, ya que si bien no se encuentra precisamente dentro del área, sus datos para la evaluación climática son perfectamente utilizables para la comparación ya que las posibles diferencias existentes son mínimas y no tienen expresión en la caracterización a nivel climático.

Observando la serie 1945-64 de precipitaciones anuales se tiene un valor medio de 1020.1 mm, en correspondencia con él, un año típico (el que más se acerca al valor medio fue el de 1953 con 1024 mm). Los valores de 1959, 1691,3 mm, corresponden al año "húmedo" y el de 1962, 443,4 mm corresponden al año "seco". Es de destacar que estos valores se tomaron relacionados con una red pluviométrica mayor de 13 estaciones para establecer el año "típico", el "húmedo" y el "seco". (Canoba-Paoli, 1971).

En lo que se refiere al régimen de las precipitaciones hay una mayor concentración en el semestre que va desde octubre a abril, con una disminución marcada para el invierno, siendo característico el mes de marzo como el de mayores valores. Los de lluvias máximos mensuales como asimismo los mínimos mensuales, siguen manteniendo las características del régimen de precipitación antes señalado. (fig. 2).

Al considerar la distribución estacional de las lluvias, se pone de relieve una precipitación otoñal apenas superior a la del verano y una brusca disminución en el porcentaje de los tres meses de invierno.

El régimen térmico del sector muestra correspondencia con el templado, en lo que se refiere al valor medio anual de $17^{\circ}6$ con una amplitud térmica media anual de $13^{\circ}7$. (Fig. 2).

Los vientos predominantes son del cuadrante Este, con relativa mayor frecuencia los del Norte a Noreste y los del Sur a Sudeste. Su intensidad muestra una cierta uniformidad para todos los cuadrantes, aunque siempre con rasgo dominante para los del Sudoeste, aunque los valores medios alcanzan poca intensidad. El viento característico en el área es del SE provocando la denominada "sudestada", que actúa sobre el Río de La Plata y causa rápidas sobreelevaciones de los niveles medios del río, notándose su

influencia aguas arriba en el Paraná Ibicuy y cursos menores. En cuanto al "Pampero", viento del SW, se presenta con mucha menor frecuencia, y por ser frío y seco reduce las características tormentosas anteriores a su llegada con buen tiempo frío y seco.

Realizado el balance para la estación Gualeguay, esta no presenta deficiencias mensuales, sí excesos. La mayor diferencia en la distribución anual se tiene en el mes de marzo, de máximas precipitaciones, que compensa los valores de variación negativos del almacenaje de agua producidos durante el verano.

En síntesis:

De acuerdo con lo expresado en Pasotti, Canoba, Catalani (1975) se tiene que:

- Los valores de temperatura permiten ubicar al área como de clima templado sin estación fría (De Martonne).
- En el área las precipitaciones son suficientes, de características frontales con prevalencia de los frentes fríos sobre los cálidos.
- Los vientos muestran prevalencia del cuadrante E con aporte de masas cálidas y húmedas, con entradas de masas frías del sector sur.

Según Constante Bonfils (1962) en "Los suelos del Delta del Río Paraná" y de acuerdo con otros especialistas, la vegetación del Delta es muy heterogénea. El relieve influye en el tipo de su densidad. Bosques y selvas marginan los surcos de agua, juncuales y pajonales se encuentran en ambientes subnegados y camalotes en los espejos de agua permanentes. Predominan las plantas superiores, representadas por 700 especies incluyendo Pteridófitas y Angiospermas nativas y naturalizadas. Las inferiores, representadas por líquenes, epífitos, habitualmente adheridos a los árboles hidrófilos de madera blanda, cultivados y/o naturales; hongos, musgo, etc., también son numerosas

En la vegetación nativa son predominantes las especies subtropicales del sur del Brasil, Uruguay y provincias de Misiones, Chaco, etc., transportadas por los ríos Paraná y Uruguay, cuyas aguas han permitido la penetración en el Delta de vegetación leñosa, epífita, acuática y palustre y también enredaderas y helechos.

La sucesión vegetal se inicia en ambientes de aguas turbias, sobre bancos de arena parcialmente sumergidos en orillas de ríos y riberas de aguas someras.

Siendo el clima húmedo y hallándonos en una llanura de inundación, se tienen grandes sectores vegetados pantanosos y a veces lagunas permanentes de escasa profundidad y encharques. La cubierta vegetal es por eso densa, permanente y extensiva. En sus cambios, a veces sutiles, las comunidades vegetales reflejan la naturaleza variable de los ambientes de esas llanuras desde las bien drenadas, albardones, a las pobremente avenadas depresiones (cuencas) de inundación. La cubierta vegetal facilita la deposición del material llevado por las aguas de creciente al retener el flujo además de su propia contribución de sedimentos a través de la muerte y el reemplazo de individuos vegetales.

En nuestra zona en estudio, el *Pre-Delta*, se encuentran bosques subxerófitos, pajonales y maciegas.

RASGOS GEOLOGICOS

Estratigrafía

Contamos con pocos datos sobre la profundidad del basamento cristalino. Según el perfil de Cordini (1949), en Gualeguay se alcanzó el Triásico, sobre el que apoyan sedimentos del Terciario (Mioceno y Plioceno), cubiertos por los del Cuartario; de acuerdo con otra perforación en esa ciudad, se lo alcanzó a los -499 m (Groeber, 1961).

La parte superior de la columna estratigráfica (fig. 3) se caracteriza por la heterogeneidad de las capas. Es notable la alternancia, yuxtaposición e intercalaciones lenticulares de limos arcillosos, limos arenosos, arenas limosas, arenas arcillosas, arenas finas y medianas, que expresan las fases y variabilidad de los ambientes en los que se produjo la sedimentación, por obra del Paraná. Pueden representar sucesivas riadas y especialmente crecientes del Paraná, y en el sector más oriental también del río Uruguay, que si bien se caracteriza actualmente por sus aguas carentes casi de caudal sólido, por su dinámica influyó sobre la remoción y resedimentación y acumulación del material aportado por el Paraná. En esa remoción y resedimentación intervienen también las mareas que hacen sentir hoy su influencia hasta unos 40 km aguas arriba de la desembocadura del río Uruguay.

Estos sedimentos son del Holoceno.

Debajo de los mismos aparecen los dejados en el Terciario por las aguas del Atlántico durante su avance sobre el continente. Son depósitos areno-arcillosos de color gris, gris oscuro, gris verdoso o gris azulado, a veces con estratitos de arena fina, ricos en sustancias orgánicas, sapropélicas, descompuestas por ausencia de oxígeno. Según Groeber se tiene además sedimentos de dos ingresiones marinas del Cuartario: la Querandinense y la Samborombonense, que presentan una extensión a la que se la puede considerar regional y de potencia variable, puesto que penetró en casi todas las vaguadas de los afluentes del Río de la Plata, así como del Paraná y del Uruguay, y en las escotaduras de la barranca que formaba la costa en el momento de la ingresión. El avance de la primera fue de menor duración que el de la segunda y sus depósitos son litorales, espaciados, la distribución en general subparalela a la costa, rellena así las escotaduras que se formaron en tiempos posteriores al Samborombonense. Los sedimentos de ambas ingresiones tienen gran similitud, gris oscuro, negruzco a veces con tintes verdosos hasta en el contenido del metano resultante de la descomposición de materias orgánicas; son también muy plásticos, por lo que puede ser difícil distinguirlos cuando no se tiene a los dos en un mismo perfil, afloramiento o perforación. Ellos y los limos dejados por los derrames del Paraná constituyen el Post-pampeano o sea son del Holoceno.

La extensión que se da a esas ingresiones marinas varía según los autores de acuerdo con el hallazgo de afloramientos o datos de campo. Las hemos representado en la fig. 4.

Más detallado es el mapa de Groeber (1961). En él vemos que no todo el sector interesado en este trabajo estuvo cubierto por dichos mares, así como no hay coincidencia con el de Cordini (fig. 4).

Esos depósitos marinos holocénicos asientan sobre los del Pleistoceno, representados en el área en estudio únicamente por el Ensenadense (Pam-

peano inferior) que forma tanto la barranca muerta, sobreelevada por falla, donde se lo reconoce fácilmente cuando está presente una capa de tosca blanquecina, como en el área de la localidad de Ibicuy, a la que rodea las vías del ferrocarril. Son limos arcillosos poco plásticos y margas; en algunas partes la tosca es en nódulos pequeños y aislados, es decir, que no posee los caracteres comunes de esos sedimentos que encontramos en la pampa.

En la columna estratigráfica aparecen hacia abajo en discordancia erosiva, los sedimentos de Terciario. Primeramente son arenas esencialmente cuarzosas del Puelchense que, según algunos autores constituyen el Paranense superior, de color amarillento a amarillento ocráceo y blanquecinos, a veces con tintes ferruginosos. Asientan sobre las arcillas verdes que corresponden a la ingresión del mar Paranense, las que a su vez descansan sobre arcillas de color pardo rojizo, o "Arcillas Pardas", compactas, densas.

De acuerdo con Castellanos (1965), la Mesopotamia, así como la zona deltaica del río Paraná, fue invadida y cubierta por las aguas del Atlántico, el "mar Entrerriano", en el que distingue cuatro fluctuaciones que corresponden al Paranense inferior (primera ingresión), Paranense superior (segunda ingresión), Mesopotamiense medio (o Rionegrense marino o Fairweatherense de Ameghino) (tercera ingresión), y Entrerriense (o Rionegrense de Ameghino) (cuarta ingresión).

Otros autores admiten una sola ingresión del Paranense, el que asienta sobre las "Arcillas Pardas" continentales, o Palmirenses de Kraglievich.

Durante esos tiempos (Mioceno superior) no debía existir el Bajo Paraná tal como el de nuestros días pues la formación o la reactivación de las fallas que elevaron a la Mesopotamia (o bloque mesopotámico) y por tafrotectónica, fracturó la plataforma y se generó el aulacógeno (rift valley) en el que se aloja el delta del Paraná. Este acontecimiento se lo ubica entre fines del Plioceno y comienzos del Pleistoceno.

PERFIL ESTRATIGRAFICO GENERAL DE LA ZONA DELTAICA

HOLOCENO	LIMOS LOESSOIDES
PLEISTOCENO SUPERIOR	QUERANDINENSE AMEGH. SAMBOROMBONENSE GROEBER III FASE TECTONICA ANDINA DE GROEBER 2da. SUBFASE - 2da. ETAPA
LIMITE PLIO-PLEISTOCENO	
PLIOCENO SUPERIOR	ENSENADENSE III FASE TECTONICA ANDINA DE GROEBER 2da. SUBFASE - 1ra. ETAPA
PLIOCENO MEDIO	PUELCHENSE DOER.
PLIOCENO INFERIOR	ENTRERRIENSE CASTELL. (= RIONEGRENSE AMEGH.)
MIOCENO SUPERIOR	MESOPOTAMIENSE DOER. PARANENSE SUPERIOR DOER. (MARINO) PALMIRENSE KRAGL. o ARCILLA PARDA (CONTINENTAL) PARANENSE INFERIOR DOER. (MARINO)

Sobre el borde suroccidental se halla la cadena de médanos, aquí interrumpida, cuya altitud es de 5 m.s.n.m., en general emplazada entre esas dos áreas; puede haber resultado de la resedimentación eólica al ofrecer el salto de la dislocación obstáculo a los vientos dominantes del SW (pampe-ro) y del SE (sudestada). El área situada al SW de los médanos es de menor elevación (2-3m), que la triangular (4m), que es anegadiza por estar encerrada entre los médanos al SW (cotas 5m), y por el salto de una dislo-cación en el NE, también con registros de cotas 5 m.

Otra manifestación de la tectónica es el área de afloramiento del Ensenadense sobre la que se halla la localidad de Ibicuy y su estación Holt, por eso la denominamos "Ibicuy-Holt". Tiene como rasgo característico forma de arco cóncavo abierto hacia el NW. Se registra sobre ella un área de cota 10 m y 11,90 m, situada en la parte de mayor inflexión, desde la que paulatinamente desciende a 5 y a 2,50m hacia los dos extremos S y N respectivamente. Por su forma y orientación rodea una amplia área en la que las cotas varían de 1,9 a 2,3 m en el NW y 2,4 a 3,4 m en el SE. En ella las aguas son detenidas, embalsadas, generándose una amplia zona palustre en la que la profundidad es normalmente de tres a cuatro decíme-tros (fig. 10). Al no tener salida hace que en ese medio se desarrolle la vegetación de ambientes lénticos (foto 4).

El borde está cubierto por médanos formados por las arenas del puel-chense resedimentadas. Son longitudinales según los vientos del SE, o sudestadas (fig.4). En una cierta etapa pudo haber formado una isla a la que rodeó el mar samborombonense - querandinense que no penetró en el Norte.

Groeber hace pasar una falla de rumbo NW-SE por el lado SW del afloramiento. Por otra parte tanto en el mosaico como en las imágenes por satélite se distinguen claramente fracturas con aquel mismo rumbo, lo que indica una más densa fracturación en esos sedimentos de limos margosos compactos (fig. 7). Ella regula el escurrimiento de las aguas de lluvia lo-cales.

Su forma actual pudo resultar de la erosión por obra del río Paraná como así mismo por las olas del mar Querandino, pero especialmente lo debe haber sido por el primero, si nos atenemos al modelo de red hidro-gráfica que lo rodea especialmente por el Norte, Sur y por el Este. No pudo tampoco estar exenta de la influencia de las sudestadas que habrían accentuado la abrasión durante los tiempos de la ingesión Querandina. Atribuimos también a la acción del río Paraná la forma cóncava abierta y más baja hacia el NW.

De acuerdo con observaciones de relevamientos por satélite ERTS en bandas 5,6 del 24 de octubre de 1972, y banda 7 del 25 de febrero de 1973, se traen las siguientes deducciones: (fig. 7).

- la "isla" ensenadense de Ibicuy-Holt se destaca con toda nitidez por su modelado, se ven claramente las fracturas NW - SE a las que ya nos hemos referido,
- adosada a ella en el lado de máxima convexidad aparecen rasgos si-milares que no se manifiestan ni en los mosaicos ni en las aerofoto-grafías. Esto nos hace suponer que el Ensenadense puede hallarse

cubierto por las arenas y limos de los derrames del río Paraná, y que asumen modelo en malla en rectángulos con los lados mayores de NE a SW.

GEOMORFOLOGIA

Generalidades

Los investigadores que se ocuparon de deltas afirman que no hay probablemente otro tipo de ambiente donde los rasgos geomorfológicos, hidrológicos y edafológicos se encuentren tan estrechamente interrelacionados entre sí.

Desde el punto de vista hidrológico se los suele dividir en tres zonas: a) superior, es la principalmente afectada por las inundaciones del río; b) intermedia, es la sujeta tanto a las inundaciones del río como a la acción de las mareas; c) inferior, caracterizada por predominar en ella la acción de éstas. En la última, los albardones crecen con mayor rapidez y se desarrollan bien por la influencia de las mareas diarias. Los de la zona superior deben su génesis a las inundaciones, y en comparación con los de la zona inferior son menores en su desarrollo por la reducida frecuencia e influencia de la atracción lunisolar.

Se ha comprobado que los límites de suelos en la zona deltaica, o son directamente límites geomorfológicos, o tienen una relación estrecha con los mismos. Esto explica porqué Bonfils, (1962), los hace coincidir en sus mapas y porqué para nuestro caso aceptamos esa interpretación.

El estudio geomorfológico fundamental del delta se debe a Bonfils, (1962, a, b). A la división que él establece, introducimos y agregamos a sus "Regiones Geomorfológicas" hechos deducidos de las aerofotografías de que dispusimos pero que alcanzan a cubrir sólo una parte del todo. (fig. 9).

Nuestro delta consta de terrenos bajos, y por lo tanto anegadizos, de génesis aluvional deltaica, y a nuestro criterio también por erosión de tierras firmes. Se extienden desde el pie de la barranca muerta hasta los brazos del río Paraná, conocidos como Paraná Ibicuy y Paraná Guazú y por el río Uruguay.

En él se suelen distinguir tres zonas de diferente edad que expresan el crecimiento en su totalidad. Esos terrenos bajos e inundables presentan diferente morfología que permitieron su división en subzonas (Bonfils, 1962): Delta antiguo, Bajo delta, Pre-delta y Bajíos ribereños. Nuestra zona en estudio está incluida en el Pre-delta.

Este se encuentra adosado al bloque mesopotámico en el NE, limita al SW con el Delta Antiguo, del que lo separan el río Victoria, un tramo del Paraná Pavón y el Paraná Ibicuy; al SE linda con el Bajo delta. Su altitud oscila entre 4 y 12 m.s.n.m.

Es un área muy grande inundable por los desbordamientos de los cursos de agua y por las lluvias a causa de su poca pendiente, a lo que se agrega la penetración de la vegetación acuática, debido a la poca escorrentía, lo que facilita la acumulación sedimentaria y de ahí su cegamiento (foto 2). El relieve es más accidentado que el de las otras dos regiones, Delta antiguo y Bajo delta, por albardones y médanos, pero se tienen tam-

Malla 50 (297 micrones)	26,9 g.	53,8%
Malla 100 (149 micrones)	21,5 g	43 %
Fondo	1,6 g.	3,2%
	50 g	100 %

Los granos corresponden en su totalidad a *Cuarzo* y se encuentran cubiertos, en un alto porcentaje, por una fina película de óxido de hierro, carácter que hace que las arenas tomen un tono pardo rojizo claro. Por eso se lavaron con agua destilada, se trataron posteriormente con ácido clorhídrico diluido en caliente, y luego con sucesivos lavados con agua destilada para eliminar totalmente al óxido.

En el estudio morfosκόpico con lupa binocular de lo retenido en cada tamiz, se encontraron granos de cuarzo embotados brillantes, de forma subangular que evidencian transporte fluvial.

En la fracción correspondiente a malla 50 es común la presencia de granos subredondeados (mayor transporte), límpidos, transparentes con inclusiones de gases o bien de líquidos, muy pequeñas. No muestran óxido de hierro como película de cobertura en la muestra original sin tratar. Este rasgo nos permitiría suponer un origen distinto de la otra fracción y por consecuencia mayor transporte, de acuerdo con su forma. No obstante este rasgo distintivo, nos inclinamos a suponer que se trata del mismo material de origen mezclado. En los granos retenidos en el Fondo, se mantienen los caracteres señalados, salvo que los granos se muestran en función del menor tamaño, menos trabajados. Se trata de una arena fluvial de "curso medio".

Muestra 2:

Parte alta médano; bosque a la izquierda del camino desde 15 km. de *Médanos* hacia *Ceibas*.

Muestra 3:

Arena del médano a 50 m. al Norte de la estación *Médanos*.

Muestra 4:

Arena de la parte alta, superior, a 0,15 m. La otra al pie. A 2 Km. de la entrada a *La Mazaruca*.

Las tres muestran características similares y por ello las analizamos en conjunto. Son arenas "finas" y se utilizaron para establecer su granulometría, los tamices que corresponden a Malla: 50; 100; 140 y Fondo.

Las primeras retenciones M. 50 muestra en todos los casos la presencia de cuarzo en porcentajes casi duplicados, entre la muestra 4 y 2 y de ésta a la 3. Son granos de cuarzo embotados brillantes, subredondeados y redondeados, en los que se destacan las clásicas inclusiones gaseosas, consecuencia del transporte fluvial; algunos granos redondeados mate los atribuímos, según la escuela francesa, a la influencia eólica por sucesivos impactos. En esta fracción es dable observar la presencia de magnetita y hematita y escasísimos granos de ágata. Los minerales de hierro citados se presentan por lo común, subangulosos y angulosos.

En la fracción M. 100 se mantienen los mismos caracteres señalados; los porcentajes se hacen mucho más semejantes y la diferencia es marcada por la disminución (presencia) de magnetita y hematita.

Los rasgos generales siguen constantes en la fracción M. 140 pero la magnetita y la hematita aumentan hasta más o menos 15%. Como rasgos distintivos tenemos la presencia de rutilo, ágata y titanita. Los minerales pesados se muestran subredondeados y angulosos; la reducción de tamaño hace disminuir la fricción, el roce, pero también probablemente se debe a un transporte menor. En la muestra 4 los minerales opacos disminuyen notablemente.

El material retenido en el fondo es muy fino y corresponde en un 70 a 80% a minerales pesados, si bien no se ha podido efectuar una determinación exacta; los componentes de la fracción son en orden decreciente: magnetita, hematita, titanita, rutilo. El excedente del porcentaje citado corresponde a cuarzo. Los minerales pesados se presentan angulosos y subredondeados. La fracción no demuestra los impactos del transporte cólico, y es por ello que mantiene prácticamente su estado original.

Se trata de arenas fluviales transportadas y mezcladas que pasaron a constituir depósitos cólicos, médanos.

La porción inferior de los médanos puede haber sufrido sumersión y el material en alguna medida soportado un ligero proceso de decantación que hace concentrar a los minerales pesados.

Los óxidos de hierro que barnizan a muchos minerales, ej. el cuarzo, son comunes en las formaciones deltaicas y son consecuencia de combinaciones especiales en el lugar de origen, en el ambiente de deposición, o de diagénesis. Son muy frecuentes en los sedimentos fluviales. No debe descartarse su origen en suelos lateríticos, pero en las partes más bajas de las corrientes, o en deltas, los sedimentos pueden tomar ese color por acciones oxidantes. La otra posibilidad es que las capas originarias, ya teñidas, fueron erosionadas constituyendo así la fuente del sedimento.

Porcentaje retenido en cada tamiz para 50 g. de muestra

Muestras:		Nº 2	Nº 3	Nº 4
Malla	50 (297 micrones)	5.60%	9.54%	2.54%
	100 (149 micrones)	92.17%	86.67%	88.60%
	140 (105 micrones)	1.71%	3.53%	8.64%
Fondo		<u>0.52%</u>	<u>0.26%</u>	<u>0.22%</u>
		100 %	100 %	100 %

Granos retenidos en cada tamiz para 50 g. de muestra:

Malla	50	2.800	4.770	1.270
	100	46.085	43.335	44.300
	140	0.855	1.765	4.320
Fondo		<u>0.260</u>	<u>0.130</u>	<u>0.110</u>
		50.-g	50.-g	50.-g

Existe una evidente diferencia entre las cuatro muestras de arena. La más marcada es la que presenta la N° 1 con respecto a las otras tres. Procede ella del afloramiento de la cantera situada sobre el camino entre Villa Paranacito y Gualaguaychú, a unos 3Km antes de La Horqueta, o sea del punto donde se separan los caminos a Larroque y a la citada ciudad. Se halla por lo tanto al N de la barranca muerta, es decir sobre el bloque mesopotámico levantado. Las otras tres se hallan en la zona del delta; las números 2 y 3 sobre la cadena de médanos que divide en dos partes el afloramiento del Puelchense, la primera en la Estación Médanos, la otra a unos 16 km. al ESE de la anterior. La N° 4 procede de un afloramiento cerca de la ribera del río Paraná Ibicuy.

No resulta fácil explicar la similitud de las arenas de la N° 4 con las de las otras dos, puesto que está sometida a la influencia de los desbordamientos o de las crecientes del Paraná. Las 2 y 3 pueden soportar la influencia del río sólo en casos excepcionales que no alcanzan a justificar las semejanzas. La única diferencia es la notable disminución de los minerales opacos en la fracción M. 140 de la 4. La similitud entre las tres muestras está claramente expresada en los gráficos (fig. 8). Esto podría atribuirse a que los tres afloramientos han sido sometidos a una acción eólica de características similares. Por lo tanto debe considerarse que todos ellos tienen la misma aptitud para su utilización en obras.

Modelos de redes hidrográficas

Los paisajes aluviales y deltaicos son muy variados a pesar de las restricciones impuestas por la poca amplitud del relieve.

Se han encontrado relaciones de importancia entre los rasgos geométricos de los canales de escurrimiento y las redes de avenamiento con los parámetros hidráulicos de los mismos. Estas regiones son de indudable interés ya que los procesos fluviales que se desarrollan en ellas evidencian que la forma y el tamaño de los canales se mantienen o preservan.

El diseño de los cursos de agua se manifiesta a través de la visión plana que muestra la distribución, ordenamiento y comportamiento del canal o canales que integran la red. Los cursos que nos interesan o sea aquellos que corren sobre sus propios aluviones, presentan variados diseños: trezado, meandroso, a veces con trazos relativamente rectilíneos, siendo estos últimos raros, lo que en general puede explicar la presencia de un control estructural geológico local (rocas o fallas, etc.).

El diseño de un canal representa un mecanismo de ajuste adicional que se relaciona con la pendiente y la sección transversal del mismo.

Dada su importancia, hemos prestado especial atención a los diferentes modelos del sector del delta que estudiamos en esta oportunidad.

Se entiende por modelo o configuración de avenamiento "la manera o disposición con que una serie de corrientes tributarias se acomodan entre ellas mismas dentro de una cuenca de drenaje dada" (fig. 9). Se prescinde si las vías de desagüe en un área están o no ocupadas por corrientes permanentes. Desde el punto de vista estructural pone de relieve los rasgos tectónicos e indica de un modo fiel las condiciones del terreno con respec-

to al clima, rocas, suelos y vegetación. El estudio de las redes hidrográficas valiéndose de las fotografías aéreas, sirve en particular modo donde son de aplicación dificultosa o de elevado costo, otros métodos de investigación superficial.

Una evaluación *cuantitativa* de suelos, rocas y estructuras rocosas grandes debe llevarse a cabo en el ámbito regional; la *cualitativa* es propia de los análisis individuales y de los drenajes considerados separadamente uno de los otros. Así cuando decimos que el sector comprendido entre las cadenas de médanos y el río Paranacito en su tramo W-E es Colinear, hacemos un análisis cualitativo, pero cuando afirmamos que se extiende hasta Rosario-Victoria hacemos una evaluación cuantitativa.

En el estudio de la configuración se establecen primeramente *modelos básicos* que si no son típicos pueden ser *modelos básicos modificados* cuando las condiciones regionales introducen diferencias con los primeros, ellos a su vez llevan a *variedades de modelo* que se caracterizan por detalles internos comúnmente oscuros que requieren cuidadoso análisis.

Lo expresado no reviste carácter meramente teórico o especulativo desde el punto de vista científico puro, sino que gravita sobre el escurrimiento de las aguas, y en nuestro caso lo hacen tanto sobre las direcciones del avenamiento como sobre la velocidad en el desplazamiento de las aguas, y el caudal sólido al que facilita o bien obstaculiza su arrastre; este último implica el cegamiento de los lechos y formación de nuevos.

No todos los modelos que hemos determinado en el área en estudio, responden a los modelos básicos ni a las variedades que figuran en clasificaciones de varios autores (Guerra Peña, Howard, Lueder, Thornbury). Dos de ellos no tienen relación ni con la tectónica ni con la litología y precisamente una de las condiciones fundamentales es que la homogeneidad de los modelos responde a la homogeneidad de la segunda.

En uno de los que hemos estudiado, sobre un mismo sedimento hay heterogeneidad de configuración (colinear y en malla) y en otro un mismo modelo se extiende sin la más sutil variación sobre dos tipos de sedimentos distintos (malla). Es decir que tenemos heterogeneidad de diseños sobre homogeneidad litológica y homogeneidad de modelo sobre heterogeneidad litológica. Por eso consideramos que ello ha de responder a determinadas condiciones de hidrodinámica.

En la necesidad de denominarlos, hemos elegido los tipos a los que, aun ligeramente, se asemejan, y los que no reúnen los caracteres requeridos los escribimos entre comillas, ejemplo: "Colinear". Debe destacarse que estos modelos se señalan en un área que difiere de las clásicas de las cuales fueron asumidas por diferentes autores, pues en nuestro caso se encuentran en un delta de la magnitud del río Paraná (cuyo caudal líquido es 15.000 m³ en aguas medias y 50.000 m³ en las máximas frente a Rosario y cuyo aporte sólido en el río de La Plata es de 44.000.000 m³ por año) y en su confluencia con el río Uruguay. Estamos pues en condiciones nada comunes.

1. Dendrítico

No se extiende sobre el área específicamente objeto de este estudio, pero influye tanto por la dirección de su escurrimiento (N - S), como por la amplitud en el sector que abarcamos. Las aguas escurren sobre arenas

del Puelchense cubiertas por limos loessoides (fig. 4). Nacen de zonas inundables temporarias o bien de lagunitas permanentes situadas al NE del triángulo comprendido entre la Ea. La Calera, Puerto Ruiz, la cadena de médanos y una dislocación entre Puerto Ruiz y el Puesto Ramos (éste sobre el camino entre Puerto Ruiz y Médanos), (fig. 6 y 10), lo que se ve tanto en los mosaicos de Embarcadero Puerto Ruiz, Embarcadero Berisso y Establecimiento Los Amigos, como en imagen de satélite ERTS.

Dicha zona inundable, que se extiende hasta los médanos y la dislocación entre Puerto Ruiz y el Puesto Ramos, está totalmente cubierta por una ininterrumpida sucesión de incontables redes típicamente dendríticas que se superponen, adosan y entrelazan, y tanto mejor organizadas cuanto más se va hacia el SE (figs. 9 y 17). Es decir que hacia el NW son ralas, destacándose apenas en amplias áreas de esteros y pantanos. En el NW, al acercarse a los médanos son más anchas, 200 y 250 m, de fondo plano y márgenes en general indefinidas y con numerosos meandros abandonados. Terminan contra el lado septentrional de la cadena de médanos, algunos de un modo neto, otros se resuelven en sucesión entrelazada de meandros de pequeños radios de curvatura que cubre toda el área. Tres o cuatro de los cursos cortan a los médanos y al sector meridional, por ejemplo uno en el Puesto Ramos, otro al E del Puesto San Agustín. En los espacios libres entre los meandros suele haber una escasa y esparcida vegetación de arbustos. A partir del límite meridional de los médanos y naciendo en éstos, se tienen contados e indefinidos cursos que asumen diseño rectangular porque siguen tramos rectos de riadas y surcos que los vinculan entre sí. Por lo brevemente descrito, es evidente que las aguas se infiltran en los médanos y que sólo una mínima parte pasa como superficiales al sur de ellos. Posiblemente lo hagan como subterráneas. Consideramos necesario insistir sobre la importancia de la influencia de los médanos en el avenamiento de las aguas así como frontera entre sectores con morfologías totalmente distintas.

Hay un consenso general de que el modelo rectangular responde a factores estructurales o tectónicos, condiciones que no rigen para nuestro caso.

2. "Colinear"

En una variedad del modelo paralelo el que según todas las obras especializadas responde a controles de estructuras plegadas o afalladas, o a pendientes regionales pronunciadas, o a pendientes producidas por rasgos topográficos paralelos. Como tal consta de corrientes paralelas alternadamente superficiales y subterráneas que son intermitentes y fluyen sobre áreas considerables formadas por material poroso, en surcos aproximadamente rectilíneos en un número substancial de hechos sucesivos.

Las ilustraciones que figuran en dichas obras no corresponden a lo que vemos en las aerofotografías del área en estudio. Aquí se presenta como una sucesión incontable de rebordes entre riadillos (*runnel*) paralelos que se acercan apenas entre sí al llegar al pie de la cadena de médanos. Son de poco contraste en el terreno pues los desniveles alcanzan pocos decímetros pero que se ven muy bien en las aerofotografías; el ancho varía en general entre 200 y 700 m.

Se extiende en un sector de nuestro delta y podrían quizás atribuirse

a sucesivas riadas del Paraná. Las más regulares y nítidas son las más orientales; sobre las otras han influido posteriores derrames del río. Al respecto vemos que en el área de influencia de Puerto San Juan, el Paraná Ibicuy ha trazado una sucesión de dorsos y surcos paralelos de reducida altura, adosada al W del área vertiginosa de Puerto San Juan. Presentan rasgos muy similares a los de otros sectores del área en estudio donde adquieren su más clara expresión y manifiestan resultar de riadas del río.

El reducido valor de los desniveles en nuestra área se debe a la erosión ejercida por el Paraná y el río Gualeguay durante las grandes crecientes, las que llegan a cubrir totalmente el área hasta el pie de la cadena de médanos. Basamos esta interpretación sobre un relevamiento aerofotográfico realizado durante la creciente extraordinaria de mayo de 1965, con + 4,50 m escala Rosario, a requerimiento de la División del Paraná Inferior, relevamiento que puede verse en las dependencias de la Sede Rosario. No abarca el área en estudio, sino a la que le sigue más al N y se extiende transversalmente al Paraná entre Rosario y Victoria. En aquél vemos que las aguas cubrieron totalmente lo que hemos clasificado como modelos colinear y en malla. Los ribetes formados por la espuma ponen de relieve principalmente los rasgos del primero a causa de su mejor definición morfológica.

En el sector del delta entrerriano en estudio, el colinear se halla en un plano inclinado continuo con pendiente NE - SW, o sea contraria a la del escurrimiento del Paraná y de un vasto sector del delta (figs. 9, 16 y 17). Se extiende sobre arenas del Puelchense (Terciario superior), cubiertas por sedimentos depositados por el mar Querandino (Holoceno). Alcanza a un poco más de 4 m s.n.m. contra los médanos (ENE) y 2,50 a 2,70 m en el otro extremo (WSW), con un gradiente que oscila alrededor del 0,14‰. La fuerza erosiva de las aguas en el curso de las grandes inundaciones mengua hacia el NE y una vez normalizados los desbordamientos se produce un lento retroceso, más dado el gradiente, las aguas se estancan a lo largo de los surcos formando pantanos de límites difusos, irregulares y de variada amplitud. De realizarse obras de saneamiento, deberá tenerse en cuenta que las lluvias locales se alojan en dichos surcos y el escurrimiento será tal como indicamos tanto en rumbo como en velocidad, esta en relación con el gradiente.

El modelo colinear es mejor definido hacia el extremo oriental donde termina en punta o cuña, a unos 12-14 km de Ceibas y está orientada hacia el río Uruguay entre la cadena de médanos al N y el modelo en malla al S. Esa mayor definición puede deberse a la defensa que ejerció el río Paranacito que canaliza y desvía las aguas de los desbordamientos; porque (fig. 7) en este trecho ha de correr por una dislocación de la que la margen izquierda, o N, representaría el labio levantado.

En otras áreas aguas arriba, la morfología es variada tanto en la definición de sus límites como en el ancho, que es siempre mayor que en el primeramente descripto. Esto lo atribuimos a la acción de los desbordamientos locales; no nos referimos a las crecientes excepcionales del Paraná.

Además de lo brevemente descripto, en el sector en estudio se observan varios arroyos (riachuelos) que escurren en los surcos, por lo tanto paralelos entre sí y de NE a SW, hasta desembocar en el río Paranacito.

De acuerdo con Alfredo Siragusa (comunicación verbal y epistolar)

nuestro modelo "colinear" se halla en zonas invadidas por el mar Querandino; corresponde por lo tanto a restingas formadas en las arenas puelchen-ses aflorantes resedimentadas por dicho mar durante su regresión. Es esto un valioso elemento de juicio para establecer el límite de su ingresión en el río Paraná.

En relevamientos aerofotográficos y con imágenes ERTS, vemos que en nuestro sector del delta se han conservado más sus evidencias contra la ribera oriental del Paraná o sea adosadas a la margen entrerrriana, mientras que va ocupando una posición central o mediana, yendo hacia el N hasta la latitud de Rosario - Victoria. Allí el colinear, tal como puede verse en un relevamiento del 28 de mayo de 1948 realizado por la Marina de Guerra, está emplazado entre dos fajas con modelo meandroso, la oriental entre el colinear y la margen entrerrriana, mientras que a la meandrosa occidental se le adosa al W el canal del Paraná, al que sigue luego la margen santafesina. Esto sugiere que el río ha venido recostándose contra esta ribera.

De todos modos, consideramos estar frente a un ejemplo de modelo colinear basándonos sobre la condición de "pendiente producida por rasgos topográficos paralelos". Al respecto se suele citar como ejemplo a "superficies glaciarias remodeladas del tipo drumlins" (Guerra Peña 1964). Como otro ejemplo puede asumirse también el de nuestro delta. Tenemos aquí una superficie con rasgos topográficos paralelos que representan una sucesión de restingas dejadas por el mar que habiendo entrado por el río de La Plata penetró como un embudo en el río Paraná hasta por lo menos Rosario - Victoria.

3. Malla

Este modelo no figura en ninguna de las clasificaciones conocidas (Guerra Peña, Howard, Lueder, Thornbury); la denominación que le damos es provisoria. Lo consideramos una variedad de anastomosado.

En edad es posterior al "colinear", no hay evidencias de la superposición de uno sobre el otro a través de pasos más o menos paulatinos tal como, por ejemplo, se tiene en el sector SE en estudio, por desplazamientos del Paraná Ibicuy sobre el en malla del Uruguay (figs. 9 y 16), sino que el colinear y el en malla están separados por el río Paranacito en su tramo W-E, que ha de correr por una dislocación.

En el diseño en malla, los colectores principales trazan amplios surcos notablemente paralelos entre sí, con la convexidad hacia el S. De ellos, posiblemente el primero del que quedan remanentes, sería el arroyo San Julián y, quizás, también el arroyo El Fraile, los que son hoy afluentes sobre la margen derecha del río Paranacito. Además de dicho rasgo, hay otro que debe tenerse en cuenta: la distancia entre surco y surco. Es ella aproximadamente la misma, lo que indicaría una notable regularidad en el escurrimiento y distribución de las fuerzas que generaron al modelo.

Hacia cada arco avanan las aguas que drenan las áreas delimitadas entre ellas y lo hacen en surcos planos y rectos con tendencia a disponerse ortogonalmente a los en arco, con lo que en conjunto dibujan un abanico. Lo hacen sobre las dos márgenes, pero con una tendencia a ser mejor definidos y más largos los que llegan a las riberas izquierdas, o sea los de rumbo general al SE y S, lo que responde a la dirección general de la penden-

te. Algunos de esos afluentes se pueden reconocer, visualizar, en las aerofotografías gracias a sus lechos mejor trazados. Generalmente tienen diseño tortuoso adquirido al pasar de uno de los surcos afluentes al sucesivo, o bien al hacerlo de un surco a otro, o también por haber invertido el recorrido. Todas estas variaciones deben producirse durante las crecientes. En todos los casos hay tendencia a desaguar en el arco que sucede hacia el S, lo cual indicaría una tendencia a desplazarse rumbo al E y SE debido a la pendiente general hacia el Paraná.

Sin que podamos hablar de equidistancias, es un hecho que esos surcos afluentes guardan bastante regularidad, lo que, así como la distancia entre arcos, indica una semejanza o igualdad en el alcance del avenamiento, sea en crecientes como en estiajes. Esto es lo que da el aspecto de malla, acentuado por el trazado de surcos que pueden hasta intercomunicarse con los colectores en arco.

Otros afluentes de los colectores en arco evidencian haber sido continuos pero posteriormente cortados e interrumpidos durante alguna creciente del mismo, así como de igual modo puede hacerlo por una mayor penetración de la vegetación que los cortó, los interrumpió. Este rasgo indica que durante los períodos de precipitaciones abundantes y/o excepcionales, el agua puede avenar según una verdadera malla, tomando así cualquier dirección, pero con un desplazamiento general hacia el S y SE, lo que da como resultado un escurrimiento similar en abanico convergente hacia el afloramiento del Ensenadense que hemos denominado "Ibicuy-Holt". Consideramos que el modelo en malla corresponde a particulares condiciones de hidrodinámica y no a la litología. En nuestro caso, se trata de arenas dejadas por el Paraná del Terciario (fig. 4), que afloran en el N, no así en el S. De ahí que estamos precisamente frente a un caso particular, que no responde al concepto de que principalmente la homogeneidad litológica se exhibe con una homogeneidad en la configuración del drenaje.

Para el modelo en malla consideramos que la profundidad debe haber permitido a las aguas un escurrimiento en condiciones de hidrodinámica dada. Esto podrán investigarlo y establecerlo los especialistas en Hidráulica.

Esas condiciones no rigieron sólo en el río Paraná, sino también en el otro gran afluente del Río de La Plata: el río Uruguay. En efecto, de acuerdo con Hojas I.G.M. en escala 1:50.000 con planimetría fotogramétrica, mosaicos y una imagen desde satélite ERTS, no cabe duda ninguna de que el río Uruguay se desbordó sobre la margen derecha y llegó hasta el afloramiento "Ibicuy-Holt".

El derrame se extendió en forma de abanico (no como lo que debe entenderse por "abanico aluvial") abierto hacia el SW. En su iniciación es linear divergente, tramo que sí podría quizás considerarse como abanico aluvial, pero pasa luego a modelo en malla, semejante al descrito para el río Paraná. Por la morfología no es posible establecer diferencias entre las mallas de los dos ríos, pues también en el del Uruguay hay cursos que trazan arcos paralelos entre sí a los que vinculan afluentes, que son precisamente los que dan el aspecto de abanico en las imágenes ERTS.

Hacia el S y SE se le superpone lo que denominamos provisoriamente modelo anastomosado "Ibicuy". Es el resultado de desplazamientos laterales y hacia aguas abajo del río Paraná Ibicuy. Este modelo se tiene tam-

bién en zonas no incluídas en el delta entrerriano en las que los brazos del Paraná llevan otras denominaciones.

Responde a lo que hemos expresado en lo referente a la dinámica fluvial como a la morfología que deriva de ella, puesto en especial modo en evidencia a lo largo y sobre ambas márgenes del tramo del Ibicuy. Al alejarse de él, la morfología es diferente pues no se trata ya de angostos y apretados surcos entre albardones de poca elevación, sino que los primeros tienen mayor ancho y su trazado es de amplias sinuosidades que guardan mayor distancia. A ellos afluyen venas de agua finas y tortuosas que suelen intercomunicar los cursos mayores entre sí y con incidencia casi ortogonal. Delimitan así áreas vagamente geométricas con esbozo a rectángulos en las que, quizás, pueda vislumbrarse una morfología en malla. Las hay también elípticas debidas a desplazamientos y/o sinuosidades. Esto es más manifiesto sobre la margen derecha del brazo del Ibicuy a la latitud de Puerto San Juan al NW de Las Lechiguanas, por ejemplo.

Rasgos esbozados los tenemos al sur y al este del afloramiento Ibicuy-Holt donde vemos definidas sea áreas elípticas como vagamente rectangulares que llegan a ponerse en contacto con el modelo en malla del Uruguay.

4. Meandroso-Anastomosado (o Trenzado)

Dentro de la denominación de "llanura compuesta" que utiliza Melton para la llanura formada por dos o más unidades geomórficas, se describen las "llanuras de meandros" originadas por la migración lateral de cauces. Las espiras se relacionan con albardones y depósitos semilunares en cuyas separaciones hay depresiones someras y lagunas semilunares; es frecuente observar series de espiras nuevas cortante a otras naturalmente más antiguas.

Un río "meandroso" se caracteriza por tener su canal un movimiento oscilante alternando hacia uno y otro lado siguiendo a la dirección general de su flujo aguas abajo. Su grado de meandrificación u oscilación está dado por la sinuosidad o sea la relación entre la longitud del talweg y la longitud del valle que ocupa el canal; para ríos meandrosos la sinuosidad es mayor de 1.5. Esta definición es relativamente limitada y será mejor requerir que los cursos meandrosos tengan cierto grado de simetría en su curvatura.

El desplazamiento del canal se revela en los diseños de depósitos en espiral (scroll bar) que juntamente con los albardones semilunares están encerrados por cada rulo del meandro. Los depósitos en espiral (scroll bar), varían en su espaciamiento desde pocos metros a pocos cientos de metros, y en elevación sobre las zonas bajas aledañas pueden variar entre pocos decímetros a 2 ó 3 metros (figs. 9 y 14).

En nuestra zona en estudio, en el actual Paraná Ibicuy se diferencian claramente meandros con radios de curvatura similares y otros de menor radio vinculados probablemente a condiciones distintas de escurrimiento. Todo ello fue asumido por nosotros para establecer el límite norte del diseño que hemos denominado meandroso-anastomosado. La denominación elegida considera los dos términos ya que rasgos correspondientes a esos modelos se observan en el área que los incluye, aunque con predominio de

los característicos meandros que lo asocian con la "llanura de meandros" (Iriondo y Drago, 1972; Iriondo, 1972).

Un curso "trenzado" es aquel cuyo canal muestra sucesivas separaciones y contactos de los segmentos del canal entre los que dejan islas de material aluvial. Hay sin embargo, una cierta diferenciación entre "meandroso" y "trenzado", y es que en éste la sinuosidad de los segmentos de los cursos con ese diseño es menor que 1.5. Está aún muy lejos de saberse el porqué algunos cursos poseen diseño "trenzado" y otros "meandroso" y por supuesto el tamaño está fuera del interrogante ya que los diseños característicos se presentan en ríos grandes y pequeños. Probablemente la respuesta se encuentra en la forma particular en que cada río se ajusta a los caudales y al calibre de los sedimentos que debe transportar. (Anastomosado es un término tomado prestado de la Medicina y que se aplica a la división y posterior encuentro de las venas, y considerado como sinónimo de trenzado). El desplazamiento de los segmentos de cursos en los ríos de diseño trenzado raramente está señalado por depósito distintivos como no sean las islas de material aluvial o bancos.

El anastomosado se destaca, aunque siempre asociado al meandroso, al sur del afloramiento del Ensenadense Ibicuy - Holt y también hacia el SE del mismo, para entrar luego superponiéndose sobre la "malla Uruguay". De esta manera se interfiere y complica el escurrimiento propio de la "malla" (fig. 6). A medida que se va hacia el sud y sudeste, en dirección al Establecimiento de la Celulosa, el modelo en "malla" va desapareciendo. Si existió ha sido borrado por el más reciente.

Podría asumirse como contacto transicional el tramo del Paranacito después de recibir al Baltazar y algunos de los trazos "meandrosos" que rodean al afloramiento Ibicuy - Holt, por el N.

La dinámica acuática actual es diferente de la que formó el o los modelos de redes debido a los derrames anteriores de los ríos Paraná y Uruguay y a las restingas es decir el "colinear" y el en malla. Los cauces y las amplias áreas inundadas se van rellenando especialmente con vegetación acuática lagunar y palustres. Hoy por esa colmatación tienden a desaparecer obliterándose por ser invadidos por parte de la vegetación, los cursos, que partiendo del borde meridional de los médanos, drenan hacia el S y SE con diseño geométrico que tiende a rectangular al seguir los surcos labrados por las riadas, sea del Paraná como del Uruguay o de las restingas, y pasar de uno al otro que le sucede, hasta llegar donde domina la influencia de los desbordamientos del río Ibicuy en el SE y S. Por su parte la poca pendiente al debilitar la dinámica fluvial, no favorece el transporte de material en suspensión, pero tampoco la erosión en los numerosísimos lechos y surcos, lo que parcialmente se modifica en los momentos de crecientes.

La ocupación de los pantanos y de los cauces por la vegetación acuática, es función del insignificante gradiente y de las condiciones hidrológicas del delta. Se tienen por eso las condiciones para la obliteración de los cuerpos de agua y la génesis de ambientes lénticos (fotos 2, 3).

En la fig. 10 se indican *tentativamente* las direcciones de escurrimiento de acuerdo con los datos altimétricos de las cartas topográficas del I.G.M. y lo que sugieren las fotografías aéreas registradas el 27-11-65, en un momento en que el Paraná presentaba un estado de aguas medias, cre-

ciendo lentamente, (como referencia Hidrómetro de Baradero+ 1,63). Además, en ese mes, hubo tres sudestadas que levantaron el pico de las aguas para volver a descender. Decimos *tentativamente*, por cuanto el escurrimiento indicado con flechas puede sufrir modificaciones en relación a la dinámica fluvial de una llanura de inundación compleja y compuesta, tal como se ha descrito.

En síntesis:

La historia geológico-geomorfológica del área debe haber sido la siguiente:

1. Sobre las arenas del Puelchense se acumularon limos del Ensenadense.
2. Se produjo la falla cuyo labio levantado es la barranca muerta en la que aflora el Ensenadense marcadamente calcáreo, con bancos de tosca en algunas partes.
3. Ingresó el mar Querandino que cubrió en discordancia erosiva al Ensenadense (que forma el piso del lecho del río Paraná), y en partes al Puelchense (arenas).
4. Se inició la formación del delta de nuestros días.
5. Los vientos y el mar Querandino formaron una cadena de médanos de dirección NW al NE (en ligero arco convexo al SW) que se emplazó en la parte mediana del área de afloramiento de las arenas dejadas por el río Paraná del Terciario, dividiéndola en dos sectores: en el septentrional las aguas de lluvia y las encauzadas escurren al S y SW y asumen modelo dendrítico hasta alcanzar los médanos en los que se infiltran, pasando sólo en mínima parte al sector Sur en el que el modelo es totalmente diferente.
6. Durante la regresión de dicho mar, se originó el modelo "colinear" el que con posterioridad fue truncado por sucesivas riadas del río. En él podemos distinguir ligeras variaciones que hacen suponer que se deben a derrames del Paraná que generaron el modelo en malla.

Río Paranacito

En la zona en estudio, las aguas de lluvia en parte escurren hacia colectores, en parte se estancan. Los primeros se deslizan en una franja angosta y reducida en los estiajes. Cuando el nivel del río Paraná Ibicuy lo permite, descargan hacia él. Citamos a los arroyos Malo, Mellizos y del Fraile. Este se comunica también con el río Paranacito.

A causa de la poca pendiente se tienen manifestaciones de endorreísmo expresadas no sólo por la presencia de esteros y lagunas, sino por cuencas cerradas de arroyos. Algunos de éstos drenan el sector situado al N de la cadena de médanos en los que se insumen para aparecer al sur; la mayoría se infiltran al Sur y aparecen en contados surcos del modelo en "malla" sin formar redes hidrográficas, pues se pierden en él. Tanto los arroyos como los esteros y lagunas son de importancia local pues favorecen la permanencia de gramíneas acuáticas, imprescindibles por ser una región ganadera.

El Paranacito es la vía de desagüe más importante del área, por eso nos ocupamos detenidamente de él (fig. 11). Con cauce definido nace en la Ea. La Matrera ($59^{\circ}15' W$ y $32^{\circ}20'S$), en cota 2,3 m.s.n.m., donde convergen cuatro canales que drenan lagunas y bañados intermitentes con pajonales que abarcan una amplia zona en la que se halla la laguna permanente La Bandera. Esa zona lleva el nombre de "Río Paranacito"; es vaga e irregularmente definida por la cota 2,5 m, que a su vez encierra áreas cerradas de igual altitud, lo que implica otras más bajas en las que se demoran más las aguas. El desnivel entre dicho valor y puntos acotados dispersos, llega a 10 y 20 cm, lo que indica la insignificante pendiente y explica el estancamiento de las aguas, la formación de bañados, etc. y la dificultad, sino imposibilidad de determinar la dirección del escurrimiento. Es el curso de agua formado como último y por lo tanto está superpuesto, no sobreimpuesto, a todas las venas de agua que surcan el área. Lo sugestivo es que su avenamiento entre barrancas se produce de improviso en la Ea. La Matrera donde se inicia.

Por su morfología se puede dividir en *cinco tramos* (fig. 11). No se trata de una concepción meramente teórica sino que en cada uno rigen distintas y propias condiciones de escurrimiento de las que depende el avenamiento. El *primero* se extiende hasta el meandro en el que desemboca sobre la margen izquierda el Arroyo Galleguito y sobre la derecha el Arroyo El Fraile, tras haberse unido éste con el Arroyo Sacristán. Ambos durante las grandes crecientes se comunican con el Paraná. Corta de NW a SE a una de las restingas donde esboza primero, para hacerse un poco menos difuso después, un modelo en "malla" que pasa rápidamente a "colinear". Ese primer tramo corre por una zona muy vegetada en la que las aguas escurren con dificultad. El río al superponerse al modelo en "malla" asume trazado angular, generalmente rectangular, lo que provoca pérdida de velocidad, si bien los vértices son redondeados. Cuando llega donde aquél es mejor definido toma rumbo al E con un dibujo totalmente diferente, pues son ondula-relación lo más frecuentemente de 28 a 2. Esto en especial después de recibir las aguas del Arroyo San Julián (SW - NE) y tanto al W como al E de las vías del ferrocarril; por el neto trazado, correr entre barrancas y por lo que sugiere la imagen ERTS, consideramos que sigue una dislocación. Corresponde al *segundo tramo*, que se emplaza entre el modelo colinear (margen izquierda), y el en malla bien definido (margen derecha), cuya génesis hemos atribuido a la dinámica del río Paraná. Basándonos sobre el hecho de que desde la Ea. El Chajá (cota 3,1 m) y en línea recta hasta la localidad de Ceibas continua sin solución de continuidad el modelo "colinear" a pesar de girar el Paranacito hacia el S, interpretamos que éste escurría en esa dirección (WSW - ENE), pasando por dicha población rumbo al río Uruguay (fig. 11). Con posterioridad, a causa de una creciente, o período de crecientes, se desbordó sobre la margen derecha a unos 2 km aguas abajo de la Ea. El Chajá (fot. 6) y con rumbo al SE penetró en el modelado en malla del río Uruguay. El cambio de modelos es brusco, por cuanto sigue los canales que caracterizan a la malla. Ese trecho corresponde hoy al río Grande que pasa por la localidad de El Empalme y sigue hacia el SSE hasta desembocar en el Arroyo Sagastume afluente del río Uruguay. (Fot. 7).

Durante otra gran creciente, o período de grandes crecientes, más

aguas arriba, en el campo de la Ea. El Chajá, se desbordó nuevamente sobre la margen derecha (fig. 11, 2), y con ángulo recto tomó rumbo al S hasta la Ea. Nazca (cota 2,2m); al comienzo con los trazos típicos del modelo en malla, luego al SE con los que penetra en el "ambiente" en el que ese modelo por los desbordamientos del Ibicuy que intertiro o influyó sobre él, cambia de diseño, pero no de un modo brusco tal como vemos entre el primer tramo y el segundo y éste con el tercero. Esto sugiere que hubo desbordamientos de diferente extensión que, lógicamente, ejercieron una mayor acción sobre el sector más cercano al lecho del Ibicuy. Corresponde al *tercer tramo* (fig. 11, 3). El *cuarto tramo* se tiene cuando al recibir al Arroyo Baltazar (cota 3,3m), gira al E con sinuosidades típicas de este curso de agua que se halla precisamente emplazado en el contacto entre el diseño en malla del Uruguay y el diseño del Ibicuy que suele avanzar sobre el anterior. Este dibujo cambia después de la Quinta La Promesa, con lo que entra en otro "ambiente". Al llegar a Villa Paranacito (Islas del Ibicuy), gira primero al S, luego al E y NE hasta terminar en el Arroyo Brazo Largo, por cuyo medio llega al río Uruguay. Es el *quinto tramo* que se caracteriza por sus ondulaciones amplias y sin rasgos que permitan clasificarlo en un tipo definido. Posiblemente esto se debe a anegamientos del río Uruguay.

De necesitarse modificar el recorrido del río Paranacito, puede tenerse en cuenta el giro en el área de la Ea. El Chajá, profundizando la entrada al arroyo Grande de modo que actúe no sólo como una vía de descarga en las ocasiones de las grandes avenidas del río Paraná, sino también de precipitaciones intensas en el área en estudio. Desde el codo de la citada Estancia, al disminuir el caudal, permitirá una más rápida afluencia de las aguas que escurren por el modelo en "malla" que el mismo corta al tomar rumbo al S. Esta afluencia se tendrá sobre ambas márgenes, pero esencialmente sobre la occidental o derecha. Por su parte el Arroyo Grande verá aumentado su caudal, al que se podrá aprovechar como vía de comunicación esto especialmente a partir del El Empalme, desde donde ese curso de agua, así como su continuación, el arroyo Sagastume, pierden notablemente importancia. Agréguese a esto que por el aumento del caudal habrá mayor erosión y la afluencia de las venas de agua del modelo en "malla" que él también corta, se verá facilitada, especialmente sobre la ribera occidental o derecha.

En síntesis

Las variaciones en los diseños responde a cambios de los modelos, lo que constituye una clara evidencia de que el río Paranacito es un curso superpuesto, y el último en edad.

En todo su largo varía la velocidad del avenamiento. En partes hay tendencias a formarse ciénagas tanto por la vegetación que invade los lechos en los que se arraiga, como por el material aportado por las crecidas y transportado hasta que tanto la vegetación como la pendiente provocan su sedimentación.

Durante las grandes avenidas de los ríos Paraná y Uruguay sólo parcialmente se eliminan esos obstáculos, por lo que el escurrimiento es siempre lento.

A los factores que hemos analizado hasta aquí, hay que agregar la acción de las mareas que influyen sobre el río de La Plata y de ahí sobre los ríos Paraná y Uruguay, que a su vez lo hacen sobre sus afluentes, el Paranacito entre ellos. Esto lo demuestra, entre otros, el movimiento diario hacia aguas arriba y aguas abajo de los camalotales, pero las características de ellas y de las redes de avenamiento de áreas bajo la influencia de mareas, han sido investigadas en muy pocos casos.

También debe tenerse en cuenta la gravitación de los vientos del SE (sudestadas), que no sólo frenan el avenamiento, sino que impulsan las aguas en dirección contraria a la de su normal escurrimiento que es hacia el río de La Plata y de ahí hacia el océano. Aquéllos, cuando se suman a las mareas, acrecientan los desbordes como sucedió en el año 1959 al producirse una sudestada prolongada con duración de seis días que provocó inundaciones parciales en la zona. Por lo tanto un hecho de tal magnitud debe influir en alguna medida en el modelado de los canales, lo que también deberá ser investigado.

Perfiles topográficos

Hemos trazado una serie de perfiles topográficos extraídos de cartas del I.G.M. con el objeto de tener una visión comparativa de un sector importante en el que se tienen los principales derrames del Paraná Ibicuy. Reproducimos once del total del área estudiada (Pasotti, Canoba, Catalani). Tienen a La Mazaruca aproximadamente en el centro (fig. 12). Los indicamos con las letras A hasta K. Su largo es de unos 38 km., su dirección W - E, y distan entre sí 4 km de N a S.

Teniendo presente la escasa amplitud del relieve se tomó una escala vertical exagerada 1:200, con respecto a la escala horizontal, 1:50.000, lo que permite distinguir mejor pequeños desniveles que se exhiben en las cartas, aunque provoque gran deformación en las pendientes, por lo que recordamos debe tenerse siempre presente la chatura del relieve.

Se destacan en el conjunto como elementos dominantes los rasgos correspondientes a médanos, aparecen primeramente sólo en los perfiles A y B para luego reaparecer en los más meridionales G, H, I, J, K. Un elemento artificial como el terraplén del ferrocarril enlaza una franja oriental de cierre cuya altura mínima es de 5 m y la máxima de 10 m en las inmediaciones del afloramiento del Ensenadense de "Ibicuy-Holt". El sector occidental es un área relativamente baja, dominada por los rasgos del río Paraná Ibicuy que penetra hacia el NE; el plano de la estancia La Clementina relativamente más bajo (perfil A), continúa hacia el NNE tal como aparece en C y B hacia el sector más occidental de la Ea. Ojo de Agua, llegando a la zona Potrero del Gallego. Los niveles van en ascenso suavemente hasta los médanos, lo que hace presumir que las aguas de creciente tienden a perder velocidad en su avance. En los perfiles E, F, G se destacan las elevaciones correspondientes al "polder" La Mazaruca, que lo defienden de los desbordamientos. Desde el perfil H hasta J inclusive, contrastan notoriamente los dos sectores separados por el Paraná Ibicuy: a la izquierda el de llanura de meandros y a la derecha los sectores de médanos. El perfil K destaca como rasgo interesante la pequeña distancia existente a esa latitud entre dos cursos importantes como son el río Paraná de Las Palmas y el Paraná Guazú.

FOTOINTERPRETACION

Aerofotografía

Con fotos aéreas sacadas en el mes de noviembre de 1965 en escala aproximadamente 1:20.000, se realizaron interpretaciones del modelado en zonas de drenaje diferente y las explicaciones están referidas a las condiciones existentes en el momento de toma de las fotografías (27-11-1965).

Las interpretaciones corresponden a tres zonas del área de estudio (figs. 13 y 14). Una está situada entre el río Paraná Ibicuy, que bordea dicha área por el W, el río Paranacito que es el curso interno de mayor significación para el drenaje de la misma y el establecimiento La Mazaruca hacia el S.

Cuatro sectores diferentes de drenaje se distinguen en ella. El primero elaborado por grandes meandros del Paraná Ibicuy en su llanura aluvial; el segundo constituido por el modelo de drenaje trenzado localizado también en la llanura aluvial del Paraná Ibicuy, extendiéndose los arroyos que integran ese diseño de drenaje hasta su confluencia con el río Paranacito; el tercero es un sector del anterior modelo modificado por la acción del hombre mediante la polderización realizada en el establecimiento La Mazaruca; el cuarto abarca el cauce del Paranacito y sus afluentes del interior del área en estudio excepto el señalado en el segundo sector. Aquí sólo se hará referencia a los tres primeros ya que el cuarto, dada su importancia, fue tratado en capítulo aparte.

En el primer sector el flujo de las corrientes de anteriores meandros está sugerida por el radio de curvatura de los elementos existentes, que en este caso está dado por grandes albardones. El más alejado de la margen izquierda actual del río Paraná Ibicuy, de aproximadamente 200 metros de ancho, se arquea desde 7,5 km de ella hasta acercarse a 1 km de la misma. Hoy esas acumulaciones fluviales arenosas, sugeridas por el tono blanco de las fotografías, poseen en las partes más elevadas una cubierta de árboles que ejercen un efecto de fijamiento. Posteriormente por migración lateral de los cauces el río Paraná Ibicuy alcanzó la actual disposición de meandros (ver imagen obtenida por Satélite ERTS) (fig. 7). El modelado entre el meandro antiguo y el actual está constituido por espiras sucesivas de dos grandes albardones separados por depresiones, donde se desarrollaron bañados perennes e intermitentes y también lagunas intermitentes. Ciertos sectores de los bañados presentan vegetación baja de tipo arbustivo. En el área más cercana a los grandes albardones y más distante de la margen actual del cauce, aparece una red de drenaje intermitente de modelo trenzado con angostos albardones con vegetación arbórea en forma de galería. Los albardones constituyen el modelado de la zona que está libre de las aguas cuando se producen las grandes inundaciones. De no ser así dicha vegetación no existiría.

Las explotaciones rurales se realizan en estancias localizadas próximas a los albardones, una es La Clementina y otra El Carpincho. La primera posee obras artificiales de canalización para el drenaje de las tierras. Ambas para conectarse con los embarcaderos situados sobre el Paraná Ibicuy deben seguir sendas que atraviesan las zonas de bañados.

La protección en este sector debe realizarse en los lugares constituidos por depresiones y en aquellas zonas que carecen de cubierta arbórea o arbustiva.

En el segundo sector la topografía es plana, constituida por un bajío extenso de 8 km a 6 km con cotas aproximadas de 2,4 m y 2,5 m.

Las aguas con cauces de poca profundidad forman redes trezadas. Es frecuente observar series de espiras nuevas cortando a otras más antiguas. Estas espiras están formadas por sucesivas acumulaciones de meandros separados por depresiones, algunas con bañados intermitentes y otras con restos de anteriores redes.

De esa red trezada, los arroyos que actualmente afluyen en el río Paranacito son los arroyos Sauce, Sacristán y El Fraile.

La característica plana del terreno y la escasa profundización de los cauces en los sedimentos, es un rasgo indicativo de la facilidad de desplazamiento lateral de los cursos.

Las acumulaciones de sedimentos no logran elevarse en forma destacada con respecto a los elementos circundantes y en esto influye la acción de erosión renovada que se produce en la llanura de desborde adyacente desde un cauce importante como es el río Paraná Ibicuy, cuando las aguas se derraman al sobrepasar la cota 3m que bordea la margen izquierda.

En los bañados la vegetación predominante son los pajonales, en las depresiones, la vegetación palustre. Se ha observado en los sedimentos acumulados y aplanados, de tono gris claro en la foto, la falta de cubierta arbórea, la cual no puede desarrollarse por efecto del lavado de los suelos.

Aquí también las explotaciones rurales se realizan en pocos establecimientos Las Ea. La Argentina y Santa María Chica que están conectadas mediante sendas con los embarcaderos situados sobre la margen izquierda del río Paraná Ibicuy. Dichas sendas no están defendidas de las inundaciones. Actualmente la zona sólo es ganadera pues las aguadas con gramíneas acuáticas favorecen esta actividad, pero no otras por el peligro de estar situada en una zona de desborde al carecer de elementos naturales de cierre: albardones (ver imagen obtenida por el Satélite ERTS).

Si se hacen protecciones artificiales se podrá llegar a una cierta estabilización del modelado, y al modificarse también el ambiente, llevar a una diversificación de actividades.

El tercer sector analizado es parte del segundo sector rodeado de terraplenes (polder). Allí se realizaron canales con compuertas para controlar el acceso de las aguas a una amplia zona de 5.000 Ha. que fuera en un principio la primera arrocera del país y más tarde dedicado a plantaciones de pinos y eucaliptos; corresponde al establecimiento La Mazaruca. El cierre, por medio del terraplén ha hecho evolucionar los suelos y ha permitido el desarrollo de la forestación (Foto 5). Ya existen áreas desmontadas y se requiere seguir reforestando.

Conviene destacar que es un sector que merece una explotación racional permanente de la riqueza para que los logros económicos y sociales sean los mayores posibles, sin deterioro de las riquezas naturales. Si así se considera, el sector no se llegará nunca a desaprovechar la gran ventaja que tiene el área y el país con la presencia de estas importantes obras de regulación del agua.

Otra zona del área de estudio está ubicada sobre ambas márgenes del río Paranacito, donde el cauce en suaves ondas lleva aguas desde el W al E. en el sector próximo al terraplén del Ferrocarril General Urquiza, de la red férrea que conecta de Sur a Norte las estaciones del Sur de la Provin-

cia de Entre Ríos: Médanos, Fernández, Paranacito (fig. 15 y 16).

El sector situado al S del río Paranacito posee una red de drenaje dispuesta de SW a NE. La más importante es la del arroyo San Julián, el cual se conecta con el río Paraná Ibicuy por la compuerta de La Mazaruca. Los otros cauces intermitentes situados al E del arroyo citado, se desarrollan a partir de la antigua margen del río Paraná Ibicuy cuando sus aguas circulaban por un meandro hoy abandonado en el que se observa actualmente una laguna permanente semicircular que posee un ancho similar al río Paraná Ibicuy actual y una longitud de 10 km, en la zona donde se localizan los puestos El Cuatro, El Varillal. Los cursos intermitentes poseen un trazado sinuoso con tramos amplios y otros apenas insinuados. Ellos son los drenes del área situada al W del Ferrocarril General Urquiza. En esas redes se produjeron salidas de madres a lo largo de ambas márgenes y también transversalmente a ellas (con tono gris claro en la foto aérea). El conjunto constituye un complejo de orillares con aspecto flamífero que conforman los elementos de la malla y entre ellos aparecen depresiones de la llanura de inundación que actúan como subcuencas cerradas donde existen bañados intermitentes, perennes o esteros, donde se desarrolla la vegetación palustre (en las fotos tonos gris mediano y negro en forma moteada que aparece por la presencia de agua estancada y la vegetación). Por las salidas de madres transversales, el agua retorna a las redes citadas en primer término cuando cesan las crecientes y cambia el nivel de base correspondiente a uno de los procesos de evolución de la llanura de inundación. El retorno del agua a veces se hace por fondos elongados de lavado en el plano de las salidas de madre, que se distinguen por el tono gris claro y otras veces han llegado a labrar un curso (trazo de tono oscuro en las fotos).

Se nota en las fotos aéreas la mayor extensión de las sucesivas zonas deprimidas con respecto a la que ocupan los elementos de la malla y son depresiones que requieren saneamiento. También el proceso expuesto se da en la zona inmediata a la margen derecha del río Paranacito.

Otro modelado y drenaje aparece al N de ese río, es decir que el río que es el de mayor jerarquía se da en el contacto de dos modelos diferentes. Atribuimos el modelado particular subparalelo situado al N del río Paranacito, a las crecidas excepcionales del Paraná y del río Gualeguay y las restingas dejadas por el mar Querandino. Las crecientes de aquél también son responsables de ciertos rasgos particulares de la dinámica fluvial de mayor frecuencia.

Como resultado de esos procesos se distinguen sobre un relieve de escasísima amplitud y prácticamente sin inclinación, los testigos del mismo en un tono gris mediano, y además surcos posteriormente encenagados, distinguidos en la foto por el tono oscuro producto de la instalación de la vegetación acuática, y otros surcos en los que ese proceso no se dió, indicativo de que las aguas circulan sobre los mismos (tono gris claro en las fotos). Por último como rasgo más notorio se ha implantado una red incipiente, afluente del río Paranacito que ha incidido el surco o riatillo inicial. En algunos muestran rasgos de carcavamiento (erosión regresiva), como si quisieran integrarse transversalmente a la red.

La tercera zona de interpretación del modelado se localiza donde aparece una cadena de médanos que divide el área de estudio en dos sectores

y a la vez corresponde al lugar de emplazamiento de la localidad de Médanos y sus adyacencias (Figs. 15 y 17).

La cadena de médanos tiene en este sector un ancho aproximado de 700 metros dispuesta en arco apenas cóncavo al N. Se eleva sobre arenas puelchenses, (Groeber 1961), y han sido interpretadas como dunas costeras del mar Querandino.

Las arenas se distinguen en las fotos aéreas por el tono blanco en las partes más elevadas en tanto el material arenoso adquiere aspecto moteado como si hubiese sido degradado y presentar oquedades en ciertos sectores del plano orientado hacia el N, en el contacto con una superficie de tono gris blanquecino alisado de materiales más finos que la arena. También se notan en la foto las arenas movidas por la acción antrópica al instalarse la localidad de Médanos y las obras férreas y los caminos secundarios.

Hacia el S existen testigos del plano de las arenas puelchenses y en él, se nota el piso de los riatillos. Lo distingue el tono blanquecino en las fotos aéreas, debido al lavado de las arenas. Ese tono aparece en alineaciones que se acercan hacia los médanos. Las restingas resultantes de arenas retrabajadas y redepositadas en angostas acumulaciones paralelas adyacentes a los médanos aparecen actualmente fijadas con vegetación arbustiva.

Sobre los principales lugares de paso de los riatillos fueron puestos puentes cuando se construyó el terraplén para instalar las vías del Ferrocarril Nacional General Urquiza. Allí se observa con nitidez cómo el flujo se ha concentrado y por el tono claro se notan en las fotografías las descargas de las aguas, sobre las arenas. También el camino secundario a la Estancia Ojo de Agua, desde Médanos, el tono claro casi blanco de las fotografías, señala la influencia de las restingas. Entre éstas aparecen sectores con depresiones, unas más profundas que otras, menos señaladas en las fotos aéreas por las variaciones de tonos de gris oscuro a negro. Esas depresiones recibieron el material fino en suspensión cuando se retiraron las aguas.

Al Norte de los médanos se observa la parte terminal de la red con modelo dendrítico, en anchos cauces obliterados, de aproximadamente 200 m que se ven en las fotos en tono gris oscuro. Aparece esa red inserta en el plano gris blanquecino de aspecto alisado, constituido por materiales más finos que las arenas a las cuales ya se hiciera mención.

En ese plano también se observan: depresiones en las zonas intermedias que quedan entre las redes dendríticas más importantes distinguidas en las fotos aéreas por el tono gris mediano, y finas redes meándricas cercanas a los grandes valles conectadas a ellos. Sobre el plano existen además rasgos de la acción eólica de transporte y depositación de arenas del médano, las que han sido también retrabajadas por el agua. Estas formaciones presentan tonos gris blanquecino. Si en los médanos y en los dos sectores situados a ambos lados se notaron diferencias en cuanto a los materiales y a los agentes del modelado, es evidente que habrá marcadas diferencias en el escurrimiento de cada uno de ellos.

Interpretación de la Imagen LANDSAT (ERTS)

La imagen utilizada fue obtenida del satélite de la N.A.S.A., registrada el 25 de febrero de 1973 (fig. 7). Es en blanco y negro a escala aproximada 1:1.000.000. Ocupa el área en estudio el ángulo inferior derecho. De

este registro MSS (multispectral Scanning Systems), que se obtiene en 4 bandas, se tiene la banda 7 MSS que registra en el sector del espectro entre 0.8μ y 1.1μ dentro del infrarrojo. Ella en comparación con las restantes, brinda el mejor contraste entre los cuerpos acuosos y el terreno circundante no ocupado por las aguas. Es la que mejor destaca elementos vinculados con la hidrología aunque los mejores resultados se obtienen combinando adecuadamente los registros de las cuatro bandas. Dentro de las limitaciones inherentes a la escala, la comparación de las dimensiones de los canales y valles aluviales tiende a mostrar un ancho un poco mayor que el ocupado por las aguas ya que en la banda 7 se registra en mayor grado las áreas húmedas adyacentes.

El día que se realizó el registro el río Paraná marcaba una altura, (en Baradero +2.62 m, como referencia), correspondiente a aguas altas y creciendo lentamente sin haber llegado a su altura de derrame. Por otro lado, en esta época la evapotranspiración es muy elevada. Fue pues un momento muy favorable para observar los rasgos particulares del área que permiten distinguir modelos diferentes en relación a la dinámica fluvial. Así nos permitió señalar lineamientos, algunos de ellos coincidentes con fallas y líneas estructurales indicadas por Cordini y Groeber. Al respecto es interesante observar el comportamiento del Paraná que insinúa la probable influencia estructural en los cambios de dirección de su recorrido (ver Nro. 1, 2 y 3) y en las diferencias de meandrificación.

También pueden explicar un control estructural geológico (falla), trazos rectilíneos de dirección SE-NW que se distinguen en: a) un afloramiento deltaico ensenadense; b) el gran valle aluvial del río Paraná insinuado en: b₁) en la Isla Lechiguana por la separación de dos sectores del cual uno posee mayores rasgos de humedad que el otro; en b₂) en el límite al que llegan los aluviones depositados por el Paraná propiamente dicho; b₃) en el lineamiento que enmarca el meandro que bordea por el E la ciudad de Rosario y a continuación sigue en c) territorio santafesino. También el trazado rectilíneo SE-NW se observa en el límite del valle aluvial del Paraná con la Provincia de Buenos Aires, desde las localidades de San Pedro a San Nicolás d) y también continúa en e) territorio santafesino, observándose en la depresión que abarca las nacientes de los arroyos Seco, Frías y llega a la margen derecha arroyo Saladillo.

Es también interesante observar el comportamiento del Paraná Ibicuy cuyo recorrido insinúa la probable influencia estructural por el cambio en su meandrificación. Hemos señalado también distintos diseños vinculados al modelado fluvial de los ríos Paraná y Uruguay, a los que se ha descrito como modelos de redes en el texto. Surgen nítidos los rasgos limitantes de diseños físicos, como ser la cadena de médanos y el río Paranacito, y aunque no tan bien definido, pero perfectamente identificable, la franja del modelo vinculado con las divagaciones del Paraná Ibicuy y la influencia que sobre el mismo ejerce el afloramiento del Ensenadense (Groeber). Por ser de importancia se ha señalado con flechas el sector de notorio desborde actual del Paraná Ibicuy adyacente a La Mazaruca. Esto es de valor por haberse realizado el registro de ERTS durante un estado de aguas altas creciendo lentamente, sin haber alcanzado altura de derrame, por lo que es de presumir que las crecientes del Paraná Ibicuy penetran por el sector indicado llegando a cubrir el área del modelado "colinear", para tener lue-

go un flujo mantiforme que se extenderá incluyendo al río Paranacito y finalizar contra la cadena de médanos.

CONCLUSIONES

La finalidad de este estudio está relacionada al mejor conocimiento de las vías de desagües naturales vinculadas con la factibilidad de navegación y la posibilidad de drenaje de campos para su aprovechamiento, el estudio de fotointerpretación analizó aquellos rasgos indicativos del escurrimiento superficial y también aquéllos vinculados con las zonas de desborde en las crecientes propias del modelado fluvial y que se traducen en modelos de redes diferenciados.

Así el escurrimiento de las aguas puede considerarse condicionado por:

1) El gradiente topográfico, 2) la morfología de las redes hidrográficas expresadas en sus distintos modelos, 3) el gradiente hidráulico en las crecientes.

El gradiente topográfico en períodos de estiaje y crecientes normales por sus valores relativamente pequeños, hace que la velocidad sea reducida en los arroyos, lo que favorece el estancamiento de las aguas, la sedimentación y penetración de la vegetación hacia y en los cauces y cubetas, acrecentando de ese modo los obstáculos al avenamiento, con la formación de esteros, pantanos y lagunas.

Sobre este esquema general y común en todo delta, influyen los modelos de las redes de drenaje ya que las aguas escurren de modo diferente según cada uno de ellos. Por la importancia que tienen nos hemos ocupado fundamentalmente de cada tipo presente en el área, de su distribución, superposición de cada uno sobre otro u otros y la gravitación que tienen en las variaciones del escurrimiento; como base para la comprensión de las características del avenamiento en relación a obras reguladoras que puedan proyectarse.

Modelo Dendrítico

Su influencia se manifiesta a través de las aguas que se recogen en su área de aporte y que llegan al sector del modelo "colinear" como aguas freáticas luego de infiltrarse en los médanos, aumentando por lo tanto el nivel de éstas luego de las lluvias.

Modelo en Malla

Es el sector más difícil para establecer su dinámica interna por cuanto la misma no es regular y cambia constantemente por lo que las direcciones de escurrimiento son difíciles de establecer; no están regidas por un comportamiento geométrico como el que puede esperarse, por ejemplo, del modelo de meandros divagantes. Este hecho lo corrobora por un lado la falta de una red jerarquizada y desde el punto de vista humano la ausencia de la actividad del hombre ya que su tránsito es aleatorio por la carencia de sendas y huellas. Este sector es el que mayores dificultades presentará para su aprovechamiento futuro y corresponde a la más vasta área relativa.

Modelo "Colinear"

Es posiblemente este sector el de características geométricas más regulares del área estudiada. Es un plano con una leve inclinación hacia el SW en el que el Paraná y el Gualeguay penetran en él durante las crecientes. Se puede considerar que el escurrimiento en esos momentos es de tipo mantiforme sobre las arenas puelchenses y los depósitos querandineses aflorantes.

A causa de la pendiente indicada, o sea en sentido contrario al avance de las aguas en crecientes del río Paraná, la velocidad es aminorada. Al cesar los desbordamientos, las aguas sufren un proceso de retroceso, vuelven hacia el Paraná o vuelcan en el río Paranacito con dirección NE-SW. Por el mayor nivel de la zona, las aguas que se encauzan ejercen una acción erosiva retrocedente que se inicia, lógicamente, en las desembocaduras por el cambio de nivel de base del colector principal, hecho común y conocido en geomorfología.

Las aguas que por la insignificante pendiente no escurren hacia el Paranacito, pueden estancarse formando pantanos y esteros angostos y largos, con la mayor dimensión según la textura del modelo colinear. Comparativamente a los otros modelos, la vegetación tiene un desarrollo de escaso alcance.

En caso de obras de saneamiento, ofrece menores dificultades que el modelo en malla, y en caso de evitarse los desbordes del Paraná es la de más fácil recuperación desde el punto de vista de la morfología.

Modelo Meandroso

El sector correspondiente a este modelo se caracteriza por la presencia de numerosos albardones inactivos que limitan áreas adyacentes inundables que están orientadas según la forma de aquéllos, es decir responden a los radios de curvatura de los meandros y tienden a ser alargados. Son también importantes las formas correspondientes a las espiras de meandros y las superposiciones debidas a los desplazamientos del eje fluvial.

Por la posición topográfica y los materiales que los componen de acuerdo con su genética, los albardones mantienen en general una vegetación arbórea de buen desarrollo, que a veces se destacan con la denominación de "bosque en galería" Constituyen en conjunto los suelos con mejores posibilidades de aprovechamiento aunque su distribución naturalmente está regida por la orientación y divagación de los ejes fluviales en la "llanura de meandros". Se distinguen claramente meandros cuyos radios de curvatura expresan por lo menos dos condiciones de escurrimiento diferente. El sector anastomosado comparativamente presentará mayores dificultades en su recuperación, ya que tiene analogías con el modelado en malla.

En síntesis

El relieve del área, en especial la particular ubicación de las cadenas de médanos son favorables para obras de cerramiento y protección del área inundable. Las mayores dificultades corresponden al cierre occidental, dado que no hay elementos morfológicos continuos que lo apoyan. Especial precaución deberá tenerse con el sector de desborde del río Ibicuy adya-

cente a la Mazaruca, ya que es el camino natural actual en que penetran las crecientes hacia el interior de la cubeta. Cada modelo de red posee características particulares, por lo que en relación al drenaje y recuperación de tierras, la elección de los cursos de mayor jerarquía en cada caso para orientar las canalizaciones podrá favorecer soluciones técnicas y económicas.

De acuerdo con lo expresado, el río Paranacito es la vía de desagüe natural de la cubeta, por lo que puede ser la vía de evacuación de las aguas pluviales. Al respecto habrá que considerar las características propias del escurrimiento en cada uno de los *cinco tramos* que posee. Además, en el sector que presenta sus desviaciones con respecto de abanico en las inmediaciones de la Estancia El Chajá, será de interés estudiar las posibilidades que brinda el arroyo Grande como vía de desagüe complementaria para las épocas de caudales excesivos.

Habrá que prestar particular atención al comportamiento de este complejo de obras de cierre, que al impedir el acceso de las aguas a un amplio sector durante las crecientes del río Paraná, indudablemente influirá sobre el resto del valle, (Paraná Ibicuy y Paraná Guazú), ya que se carecerá de una gran zona de desborde natural.

Si bien han podido establecerse diferencias en el escurrimiento superficial, en lo que se refiere a la infiltración, el área en su mayor parte se caracteriza por una relativa facilidad para encharcarse y poseer la capa freática próxima a la superficie, por eso la infiltración tiende a ser muy pequeña o nula. Las franjas arenosas de médanos no se comportan de la misma forma permitiendo una mayor penetración, siendo intermedia su capacidad en los albardones. Por su extensión dominan las características enunciadas en primer término.

SUMMARY

Part of the River Paraná Delta was studied using photointerpretation techniques, mainly based on drainage pattern recognition.

The environment understanding was accomplished using information about geology, geomorphology, soils and vegetation aspects. Field work was carried on May 1975.

Basic drainage patterns and modified ones are recognized and adapted to the particular features of the area. They are Dendritic, Meandering—Anastomatic, "Collinear" and "Malla". Pattern characteristics are described and related with specific problems such as: channel projects and navigation and land-recuperation.

The study of an ERTS (LANDSAT) helped the interpretation and gives a synoptic view where fault lineaments, drainage patterns and dynamic features are recognized.

RESUME

Dans ce cas singulier de réseaux hydrographiques, on emploie l'aérophotointerprétation sur la base de la méthode de configuration ou modèles, pour l'étude d'un secteur du Delta du fleuve Paraná.

La vision du milieu est exposée moyennant des connaissances climatiques, géologiques, géomorphologiques, de végétation.

Ainsi sont étudiés les réseaux hydrographiques et les modèles de base, et de base modifiés situés en liaison directe entre eux. Ils correspondent au dendritique, méandreux-anastomosé, 'colinear' et en maille, et à un réseau superposé dans le contact entre modèles.

Les éléments qui distinguent chaque modèle sont mis en évidence et on signale aussi que chaque variété de modèle possède une différente portée selon les problèmes de récupération de régions inondables, entre la navigation et les travaux de canalisation.

L'image satellite Landsat (ERTS) a servi pour exprimer en synthèse les éléments physiques plus remarquables de la zone: failles, affleurements, modèles de drainage, zones d'écoulement.

Agradecemos a la Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofísicos la contribución para la publicación de este trabajo a través del convenio realizado con nuestra Universidad

BIBLIOGRAFIA

- Allen, J. P. 1970 *"Physical Processes of Sedimentation"* Earth Science Series I. Londres.
- Ameghino, F. 1881. *"La formación Pampeana o Estudio sobre los terrenos de transporte de la cuenca del Plata"*. *"Antigüedad del Hombre en el Plata"* T. III, Buenos Aires.
- Bonfils, C. 1962. *"Los Suelos del Delta del río Paraná. Factores generadores, clasificación y uso"* Rev. de Investigaciones Agrícolas. INTA T.XVI nro. 3, Buenos Aires.
- Bonfils, C. 1962. *"Los Suelos del Delta del río Paraná. Factores generadores, clasificación y uso"*. I Jornadas Geológicas, T. II, págs. 25-36, Buenos Aires.
- Borrello, A. V. 1969. *"Los Geosinclinales de la Argentina"* Anales XIV. Dirección Nacional de Geología y Minería. Buenos Aires.
- Canoba, C y Paoli, C. 1971. *"Clima de la denominada Cuenca Lechera del área de influencia de Rosario"* T. II, C.F.I. Rosario (Inédito).
- Castellanos, A. 1956 *"Homenaje a Florentino Ameghino en el Centenario de su natalicio, 1854-1954"*. Asociación Cultural de Conferencias de Rosario, Rosario.
- Castellanos, A. 1943. *"El Preensendense es un horizonte geológico o una facies?"* Publ. XVIII. Instituto de Fisiografía y Geología, Rosario.
- Castellanos, A. 1965. *"Estudio fisiográfico de la Provincia de Corrientes"*. Public. XLIX, Instituto de Fisiografía y Geología, Rosario.
- Consultarg, S.A. 1968. *"Estudio para la Sistematización de la cuenca del río Gualeguay"*. Buenos Aires. Informe inédito.
- Consultarg, S.A. 1970. *"Proyecto de Defensa contra las inundaciones en el Predelta de Entre Ríos"* Buenos Aires. Informe inédito.
Antecedentes para un estudio del drenaje y del mejoramiento de la navegación en el delta entrerriano". Informe inédito de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, Buenos Aires.
- Cordini, R. 1949. *"Contribución al conocimiento de la Geología Económica de Entre Ríos"* Anales II (nro 87-M.I.C.). Dirección Nacional de Geología y Minería. Buenos Aires.
- Díaz Marta, M 1974. *"El delta entrerriano. Un proyecto para evitar las inundaciones"* Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Proyecto Mejoramiento de la Navegación del Río Paraná. Buenos Aires.
- Groeber, P, 1945. *"Las aguas surgentes y semisurgentes del norte de la Provincia de Buenos Aires"* Revista La Ingeniería nro. 6, Buenos Aires.
- Groeber, P., 1961 *"Contribución al conocimiento geológico del Delta del Paraná y alrededores"* Anales Comisión Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires. Vol. II, págs. 9-54 La Plata.
- Grondona, N., 1972. *"Reseña de la vegetación natural del Delta Inferior del Paraná"*. Congreso Internacional de Geografía, Buenos Aires (Inédito).
- Guerra Peña, F., 1964 *"Importancia de la red hidrográfica como clase analítica para la identificación de las imágenes fotográficas aéreas de los rasgos naturales"*. Anuario de Geografía. Año IV. Univ. Nac. Autónoma de México, México.
- Howard, A.D., 1967 *Drainage Analisis in Geologic Interpretation: a Summation"*. The American Association of Petroleum Geologist. Bull., Vol. 51, nro. 11, Tulsa.
- Iriondo, M., Abril-Junio 1972. *"Descripción cuantitativa de dos unidades Geomorfológicas de la Llanura Aluvial del Paraná Medio. República Argentina"*. Revista de la Asociación Geológica Argentina. Tomo XXVII, nro. 2, Buenos Aires.

- Iriondo, M., 1972. "*Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraná desde Helvecia hasta San Nicolás*". República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina. Tomo XXVII. nro. 2, Buenos Aires.
- Leopold, L., Wolman, G. y Miller, J., 1964. "*Fluvial processes in Geomorphology*" San Francisco.
- López, R., 1972 "*Los peces en el Delta del río Paraná*" Congreso Internacional de Geografía. Buenos Aires (Inédito).
- Lueder, D.R., 1959. "*Aerial Photographic Interpretation (Principes and Application)*" Nueva York.
- NASA, 1971. "*Manual para usuarios de datos ERTS*" Goddard Space. Flight Center, Greenbelt.
- Pasotti, P., Canoba, C. y Catalani, W. 1975. "*Aerofotointerpretación de un sector del delta entrerriano*" Informe del I.F. y G. para la Dirección de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, Rosario (Inédito).
- Thornbury, W. D. 1960. "*Principios de Geomorfología*". Buenos Aires

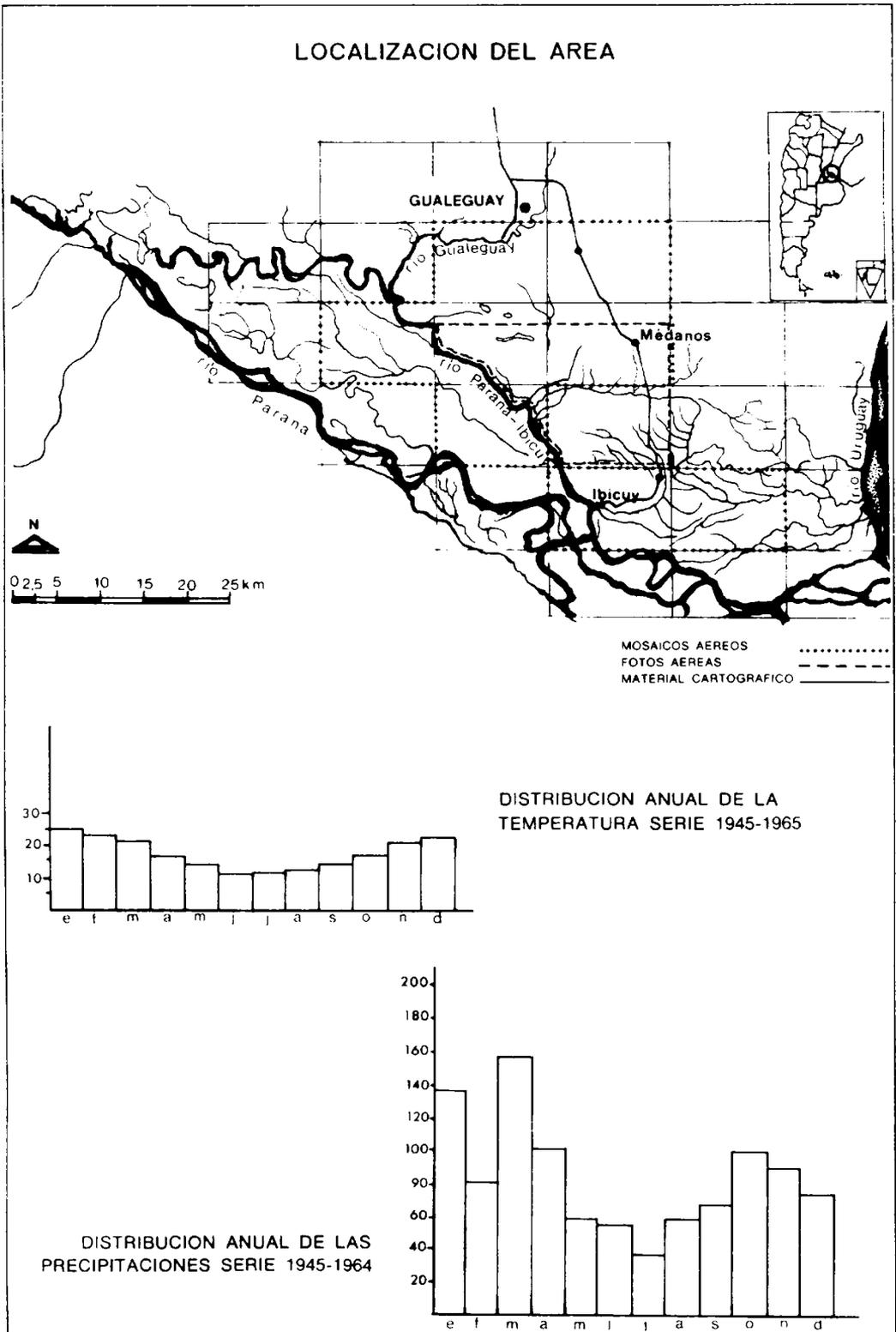
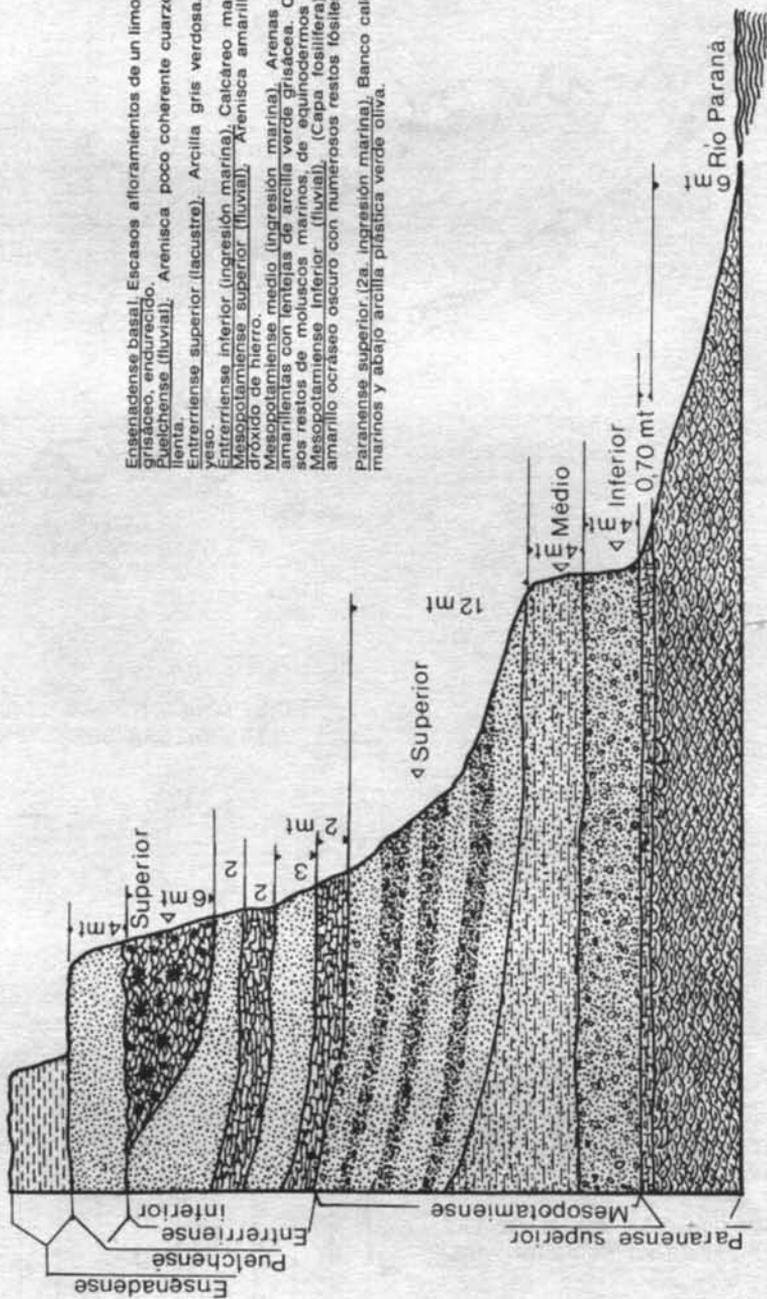


Fig. 1 - Ubicación del sector estudiado. Fig. 2 - Histogramas.

PERFIL TRANSVERSAL DE LAS BARRANCAS DEL RIO PARANA MARGEN IZQUIERDA DE ENTRE RIOS según Castellanos



Ensenadense basal. Escasos afloramientos de un limo cenagoso pardo-grisáceo, endurecido. Arenisca poco coherente cuarzosa, verde amarillenta. Puelchense (fluvial). Arenisca amarillo-ocrosa con hidróxido de hierro. Entre Ríense superior (lacustre). Arcilla gris verdosa. Yacimientos de yeso. Entre Ríense inferior (ingresión marina). Calcáreo marino (lumaquela). Mesopotamiense superior (fluvial). Arenisca amarillo-ocrosa con hidróxido de hierro. Mesopotamiense medio (ingresión marina). Arenas cuarzosas verde amarillentas con lentajas de arcilla verde grisácea. Contiene numerosos restos de moluscos marinos, de equinodermos y peces. Mesopotamiense inferior (fluvial). (Capa fosilífera). Conglomerado amarillo ocráceo con numerosos restos fósiles de mamíferos. Paranense superior (2a. Ingresión marina). Blanco calcáreo con fósiles marinos y abajo arcilla plástica verde oliva.

Fig. 3 - Perfil transversal de las barrancas del Río Paraná según Castellanos. Margen izquierda Entre Ríos (parte inferior).

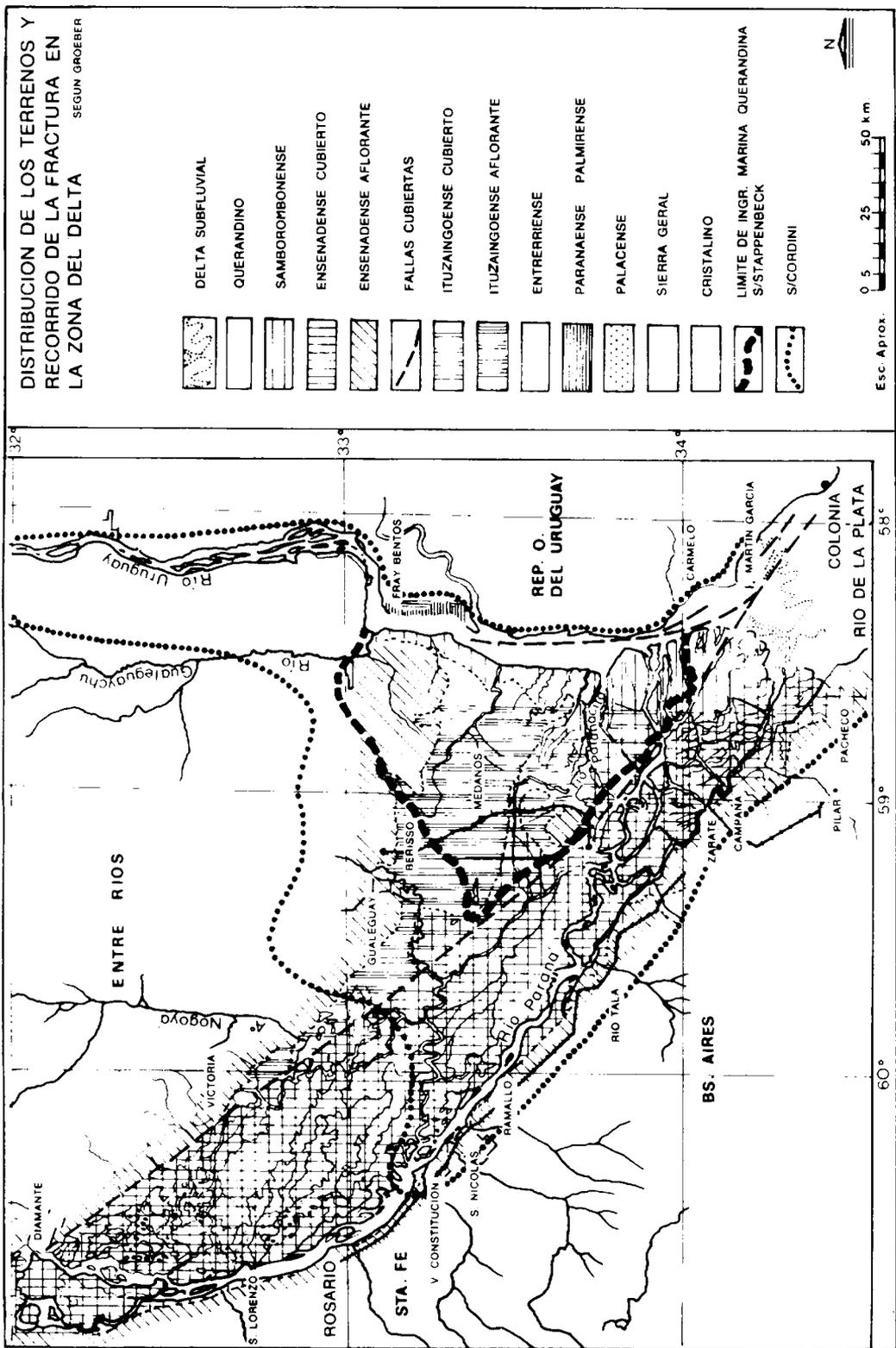


Fig. 4 - Distribución de los terrenos y recorrido de la fractura en la zona del Delta según Groeber y límite ingreso marina querandina.

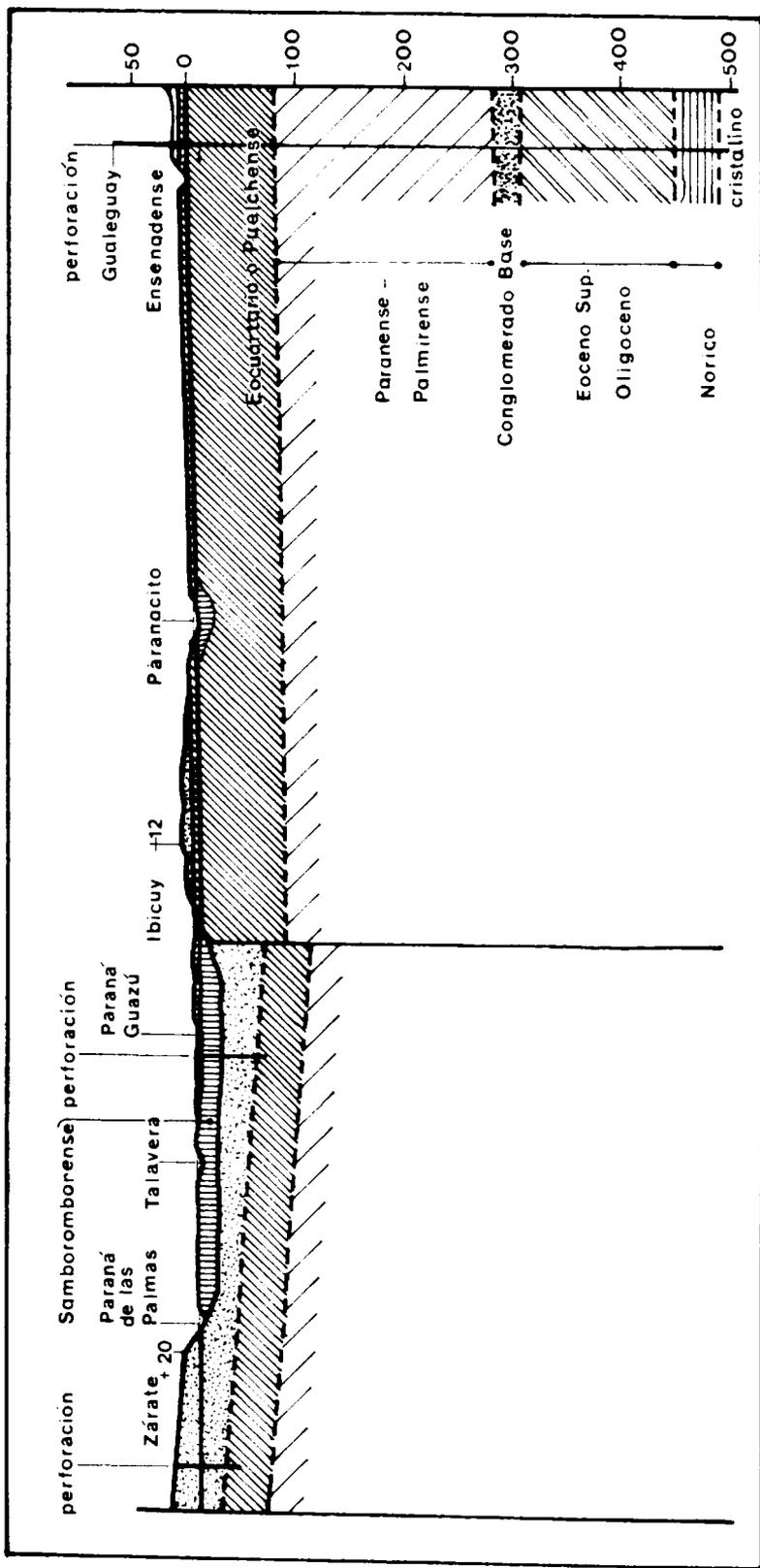


Fig. 5 - Perfil a través de la hondonada ocupada por la vaguada del Paraná, de Zárate a Gualeguaychú según Groeber.

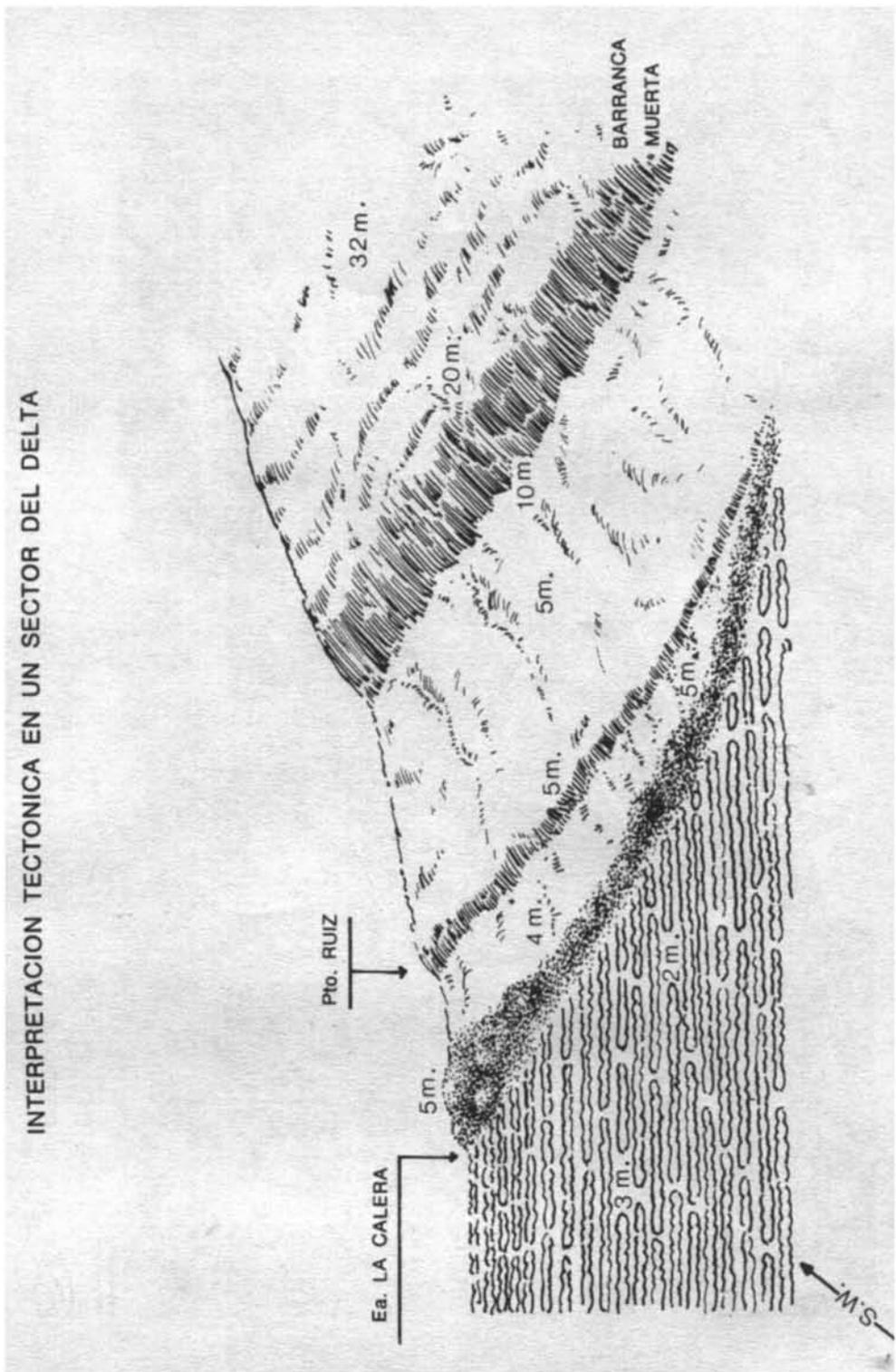


Fig. 6 - Interpretación tectónica de un sector del Delta.

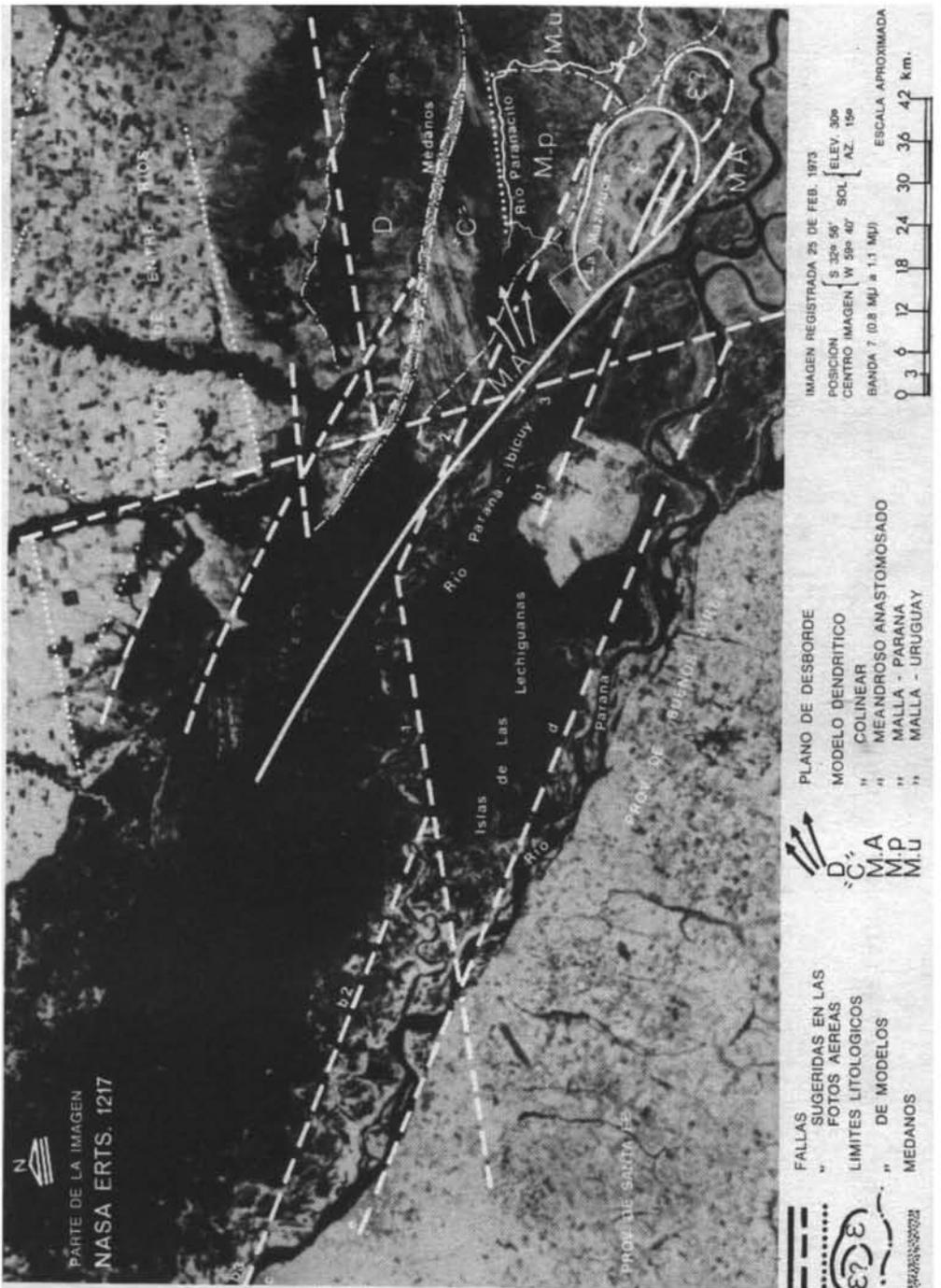


Fig. 7 - Rasgos geológicos y modelos de redes hidrográficas interpretados sobre imagen satélite.

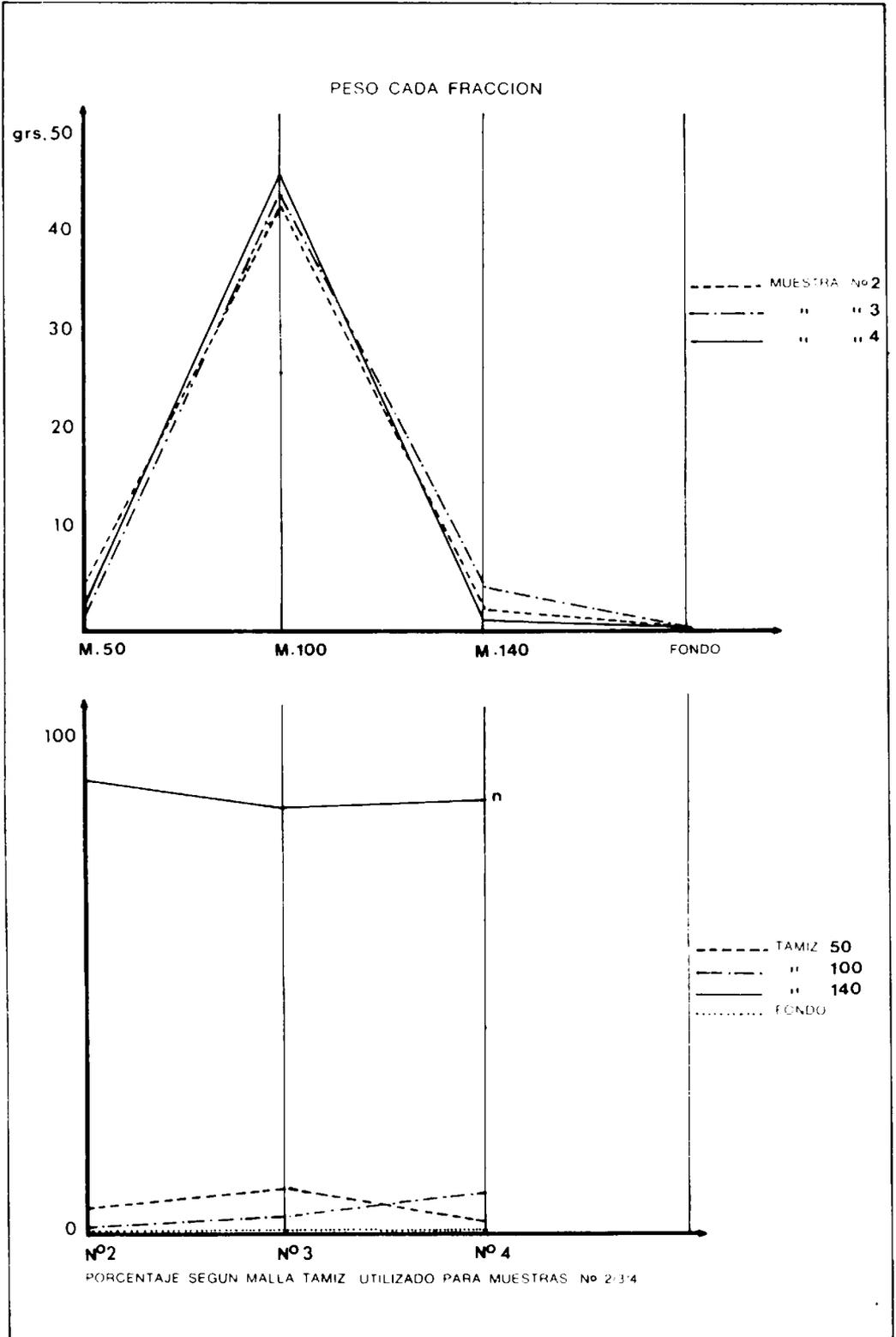


Fig. 8 - Porcentaje según malla de tamiz utilizado para muestras N^o 2, 3, 4.

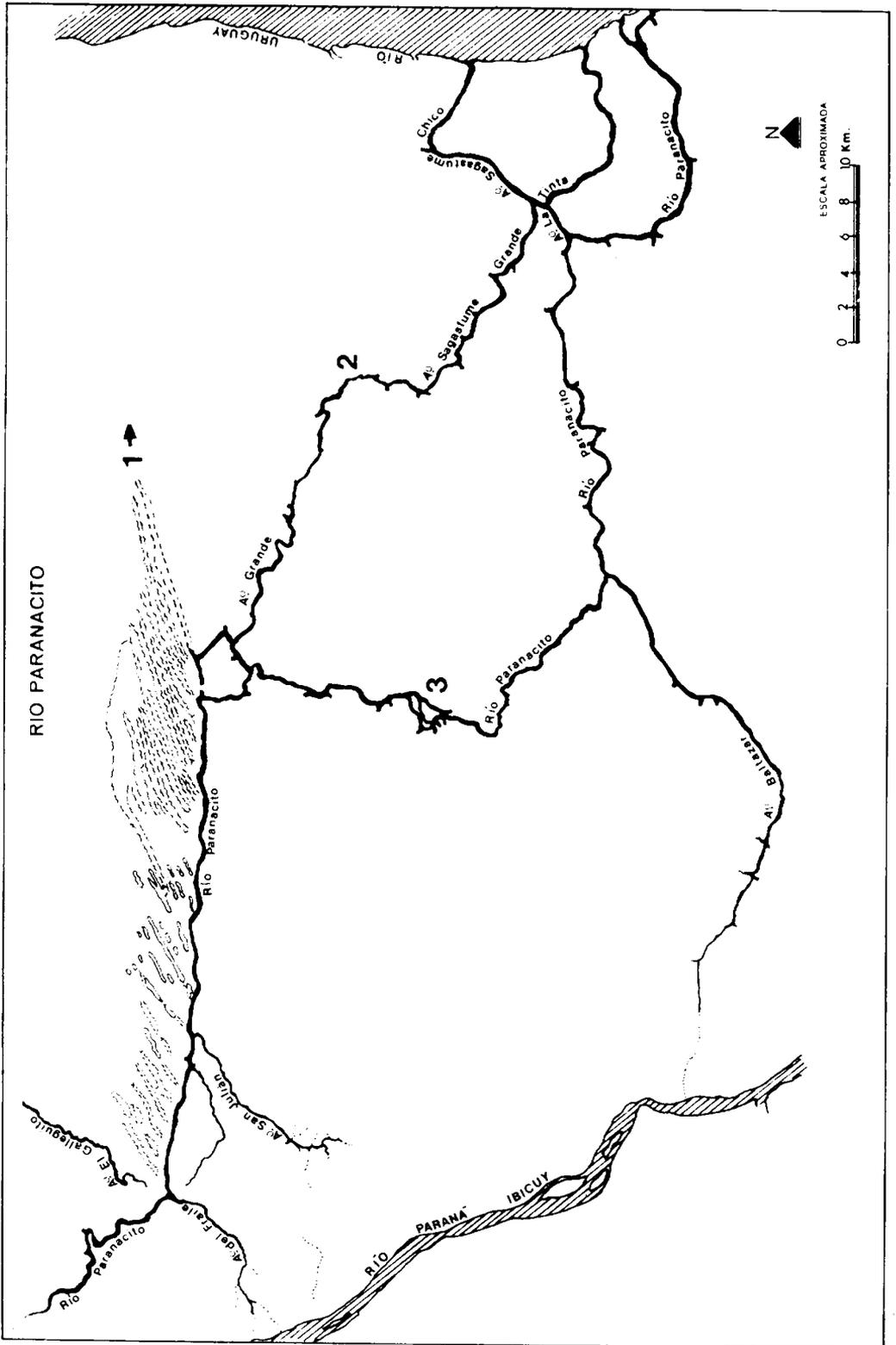


Fig. 11 - Río Paranacito.

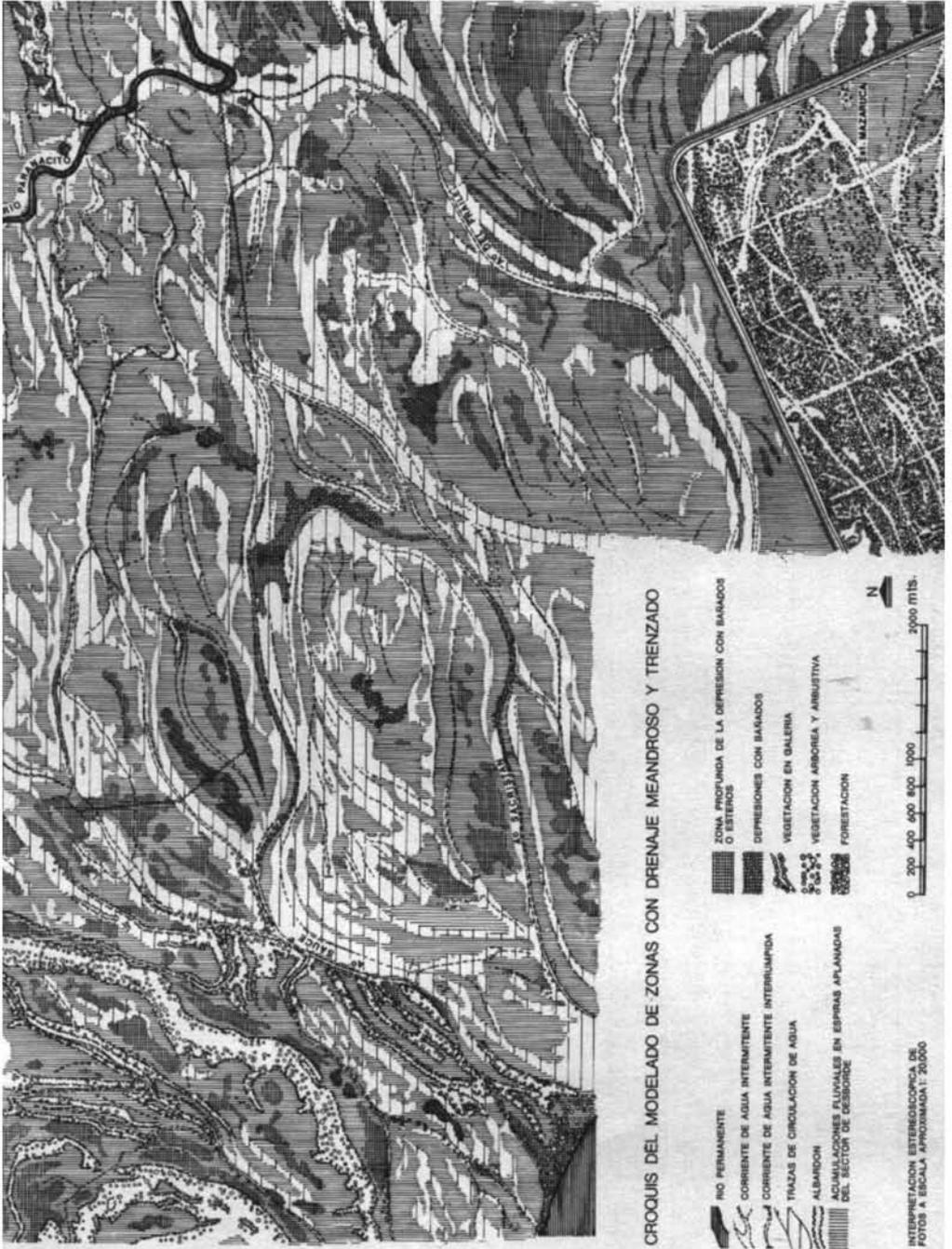


Fig. 13 - Croquis geomorfológico - Modelo de drenaje meandroso-trenzado.

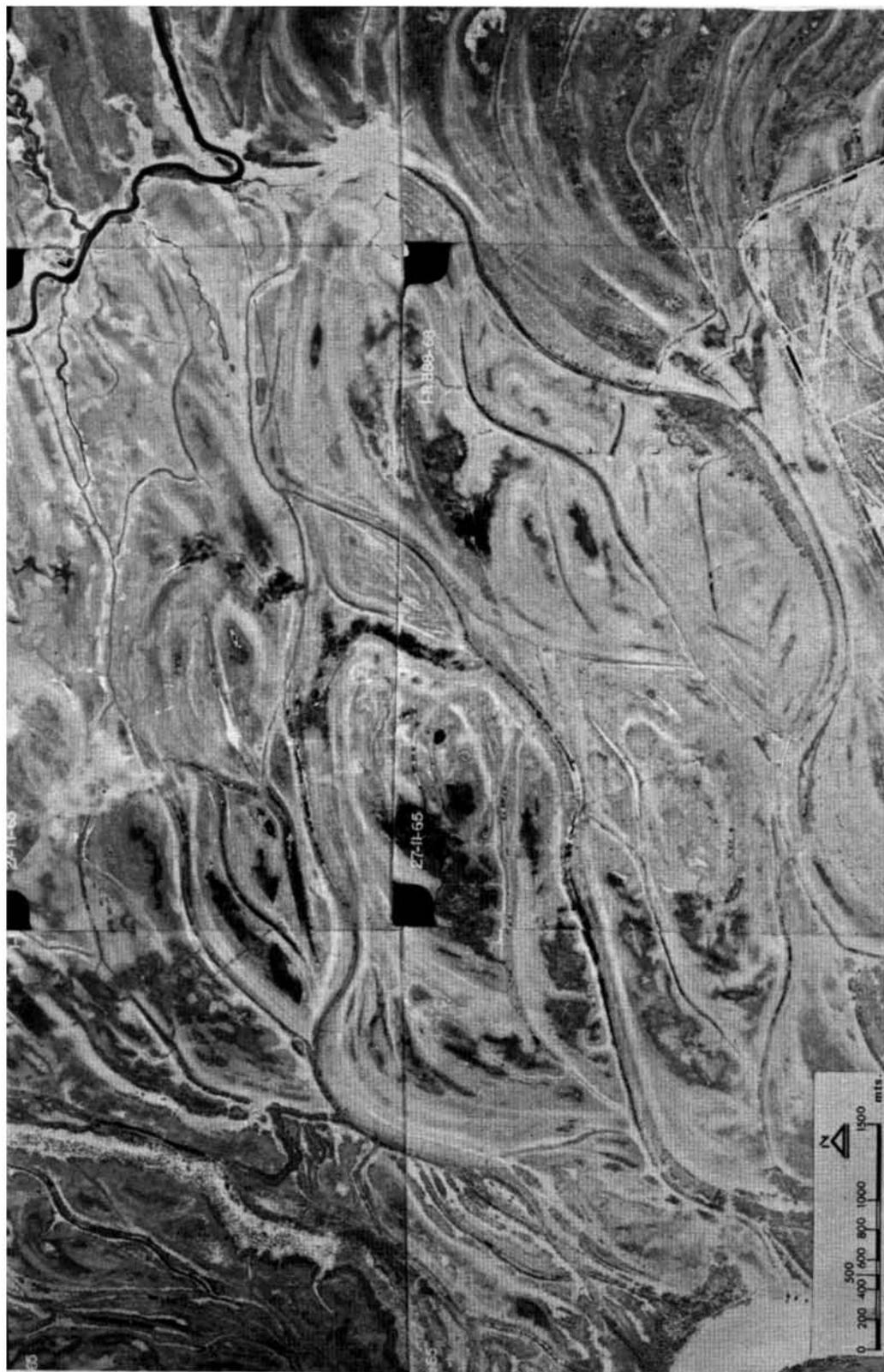


Fig. 14 - Foto Índice modelo de drenaje meandroso y trenzado.

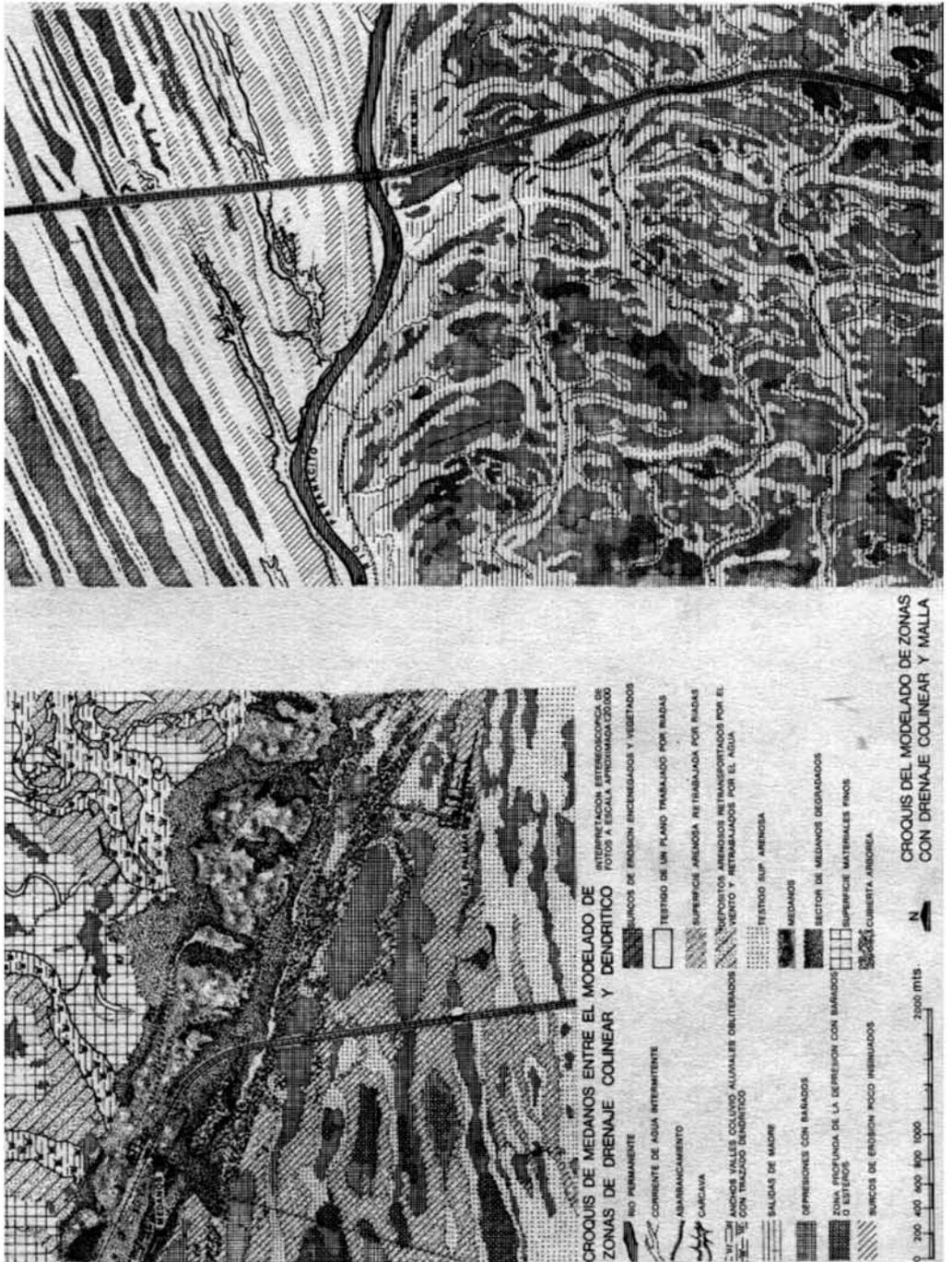


Fig. 15 - Croquis geomorfológico - Modelo de drenaje colinear y malla.



Fig. 16 - Foto Índice modelo de drenaje en malla y "colinear".

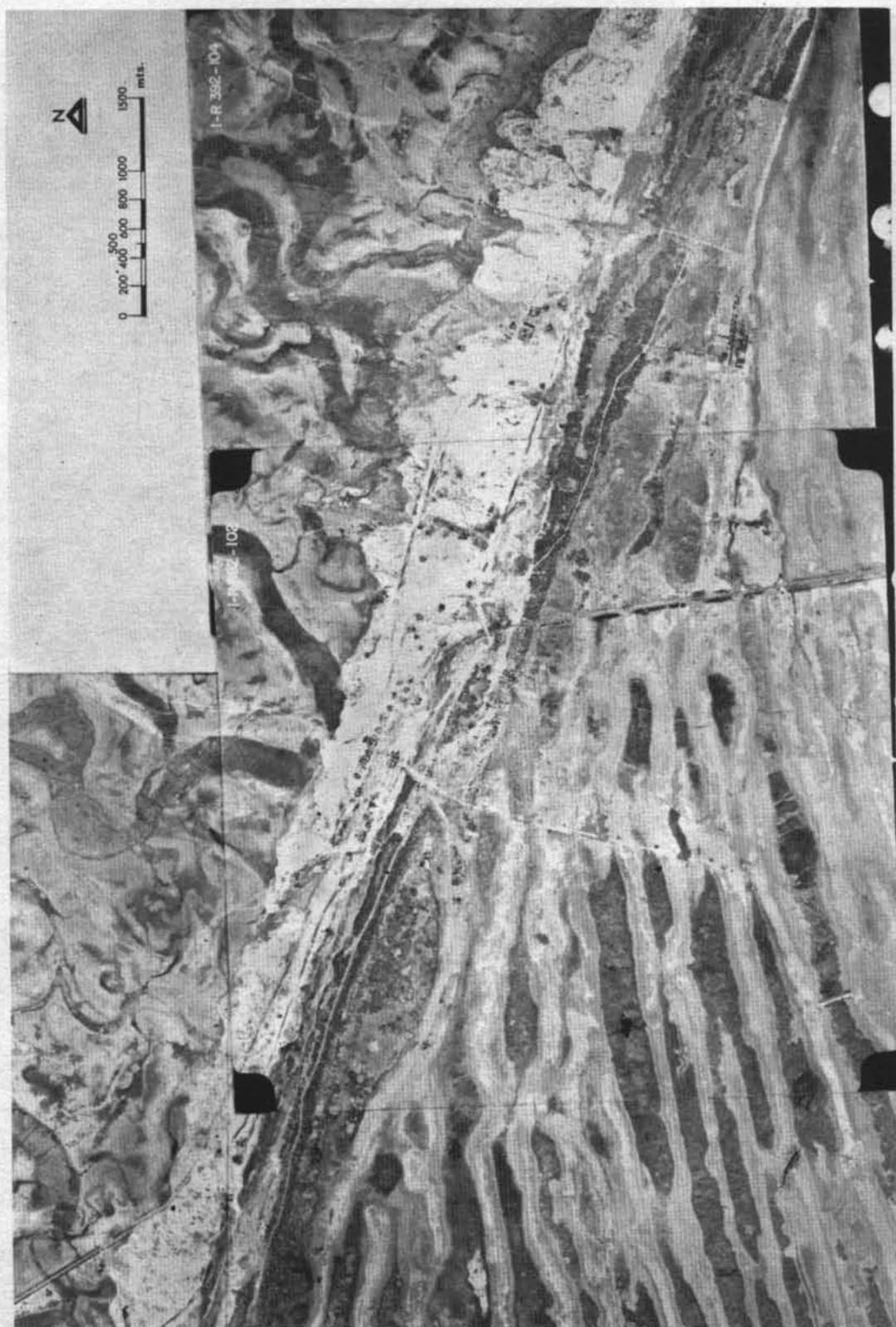


Fig. 17 - Foto Índice modelo de drenaje colinear y dendrítico y sector de médanos.

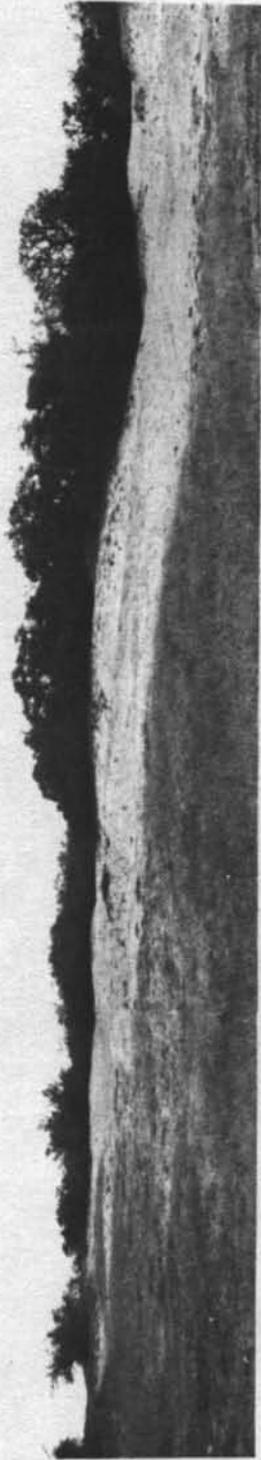


Foto 1 - Médanos cercanos a la Estación Médanos.

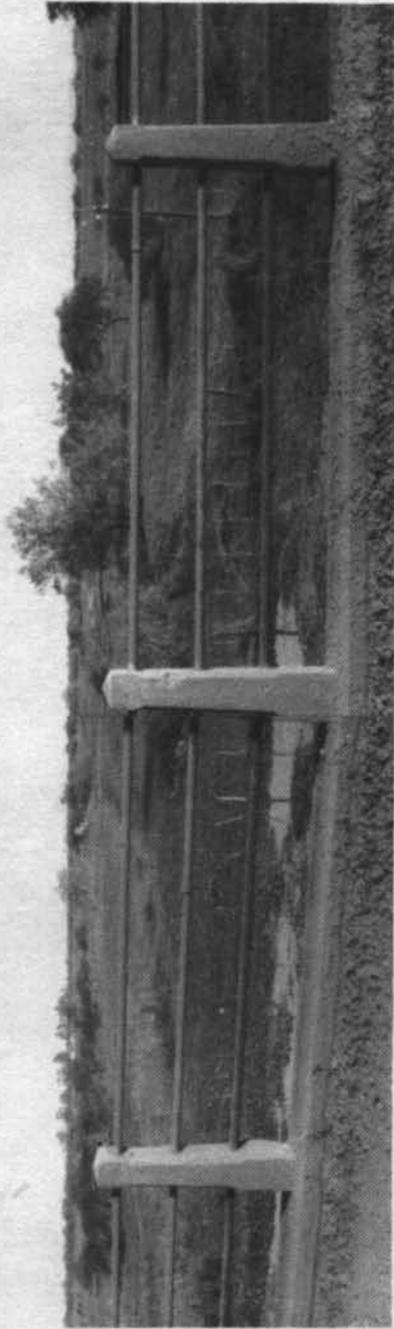


Foto 3 - Arroyo Grande cegado en el tramo superior - Sobre el camino entre Villa Paranasito y Ceibas.

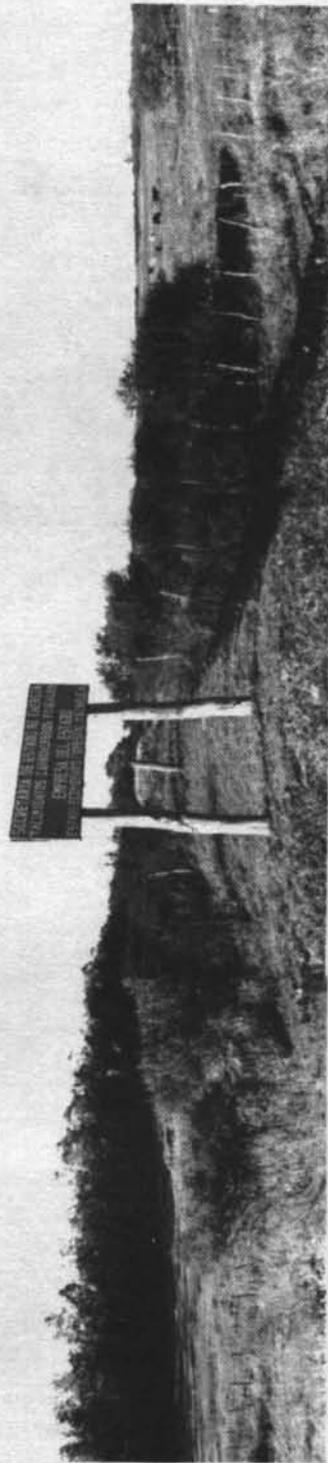


Foto 5 - Polder de La Mazaruca - A la izquierda zona de plantaciones, a la derecha paisaje autóctono, en el medio el polder.



Foto 2 - Arroyo Sauce cegado por la vegetación acuática - Próximo a la Escuela situada a unos 14 Km. de Médanos.

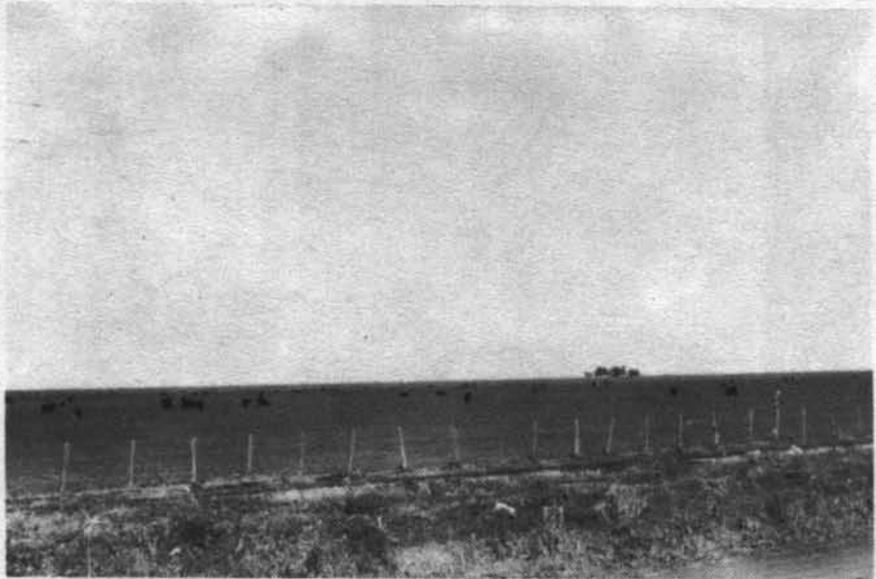


Foto 4 - Zona anegada en el afloramiento del Ensenadense "Ibicuy - Holt" - Ganado pastando en el agua.



Foto 6 - Río Paranacito cerca de la Ea. El Chajá, punto en que se divide y se produce la desviación hacia el S y abandono del trazado recorrido hoy por el Arroyo Grande.



Foto 7 - Arroyo Grande - La flecha indica el antiguo recorrido hacia el E, actualmente casi totalmente cegado.