ISSN 0325-3856	Com. Mus. Prov. Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie)	Santa Fe (Argentina)	V. 3	Nº 1	Pág. 40	Diciembre 1991

Dr. MARTÍN H. IRIONDO

EL HOLOCENO EN EL LITORAL

* * *

SUBSECRETARÍA DE CULTURA de la
PROVINCIA DE SANTA FE
* 1991 *

Dr. MARTÍN H. IRIONDO

EL HOLOCENO EN EL LITORAL

* * *

COMUNICACIONES (NUEVA SERIE)
DEL
MUSEO PROVINCIAL DE CIENCIAS NATURALES
"FLORENTINO AMEGHINO"

Edición y Propiedad Intelectual del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino", 1ª Junta 2859, (3000) Santa Fe (Argentina), Teléfono (054)(042) 23643.

COMUNICACIONES DEL MUSEO PROVINCIAL DE CIENCIAS NATURALES

"FLORENTINO AMEGHINO"

Editor-Director (Publisher): Lic. Carlos Virasoro
Asesoría Científica: (Editorial Board)

La publicación **Comunicaciones** del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" tiene como fin difundir artículos científicos originales, tesis resumidas, comunicaciones breves relacionadas con las ciencias naturales, ecología, y ciencias ambientales; generalmente en español con resumen en inglés. Recibe con interés trabajos referidos al área regional en especial de la Provincia de Santa Fe, pero no se excluyen otras contribuciones que involucran progresos en el conocimiento general de aquellas ciencias en otras áreas del país o extranjero.

The **Comunicaciones** of "Florentino Ameghino" Provincial Museum of Natural Sciences is devoted to the publication of research papers, short comunications and abstracts of thesis in the field of Natural sciences either basic or applied. It publishes those papers concernent mainly with the regional area known as the Province of Santa Fe. Not withstanding, contributions involving advances in the general knowledge of these sciences in any other part of the country or abroad, are also welcomed.

DR. MARTÍN H. IRIONDO.
Carrera de Investigador CONICET. Cátedra de Geología. Facultad de Ciencias e Ingeniería Hídricas. Universidad Nacional del Litoral. Paraje El Pozo. Casilla de Correo 428 (3000) **Santa Fe** (Argentina) - Teléfono (054)(042) 23843.

INFORMACION GENERAL

Los manuscritos deben enviarse por correo certificado al:

Museo Provincial de Ciencias Naturales "F. Ameghino"
1ra. Junta 2859 - (3000) Santa Fe.
Argentina

Deben estar escritos a doble espacio y amplios márgenes; acompañados por dos fotocopias. Para conocer el reglamento adoptado, debe consultar "Reglamento de Publicación y Guía para los autores" (Comunicaciones, 9: 21-23, 1981).

Manuscripts should be sent first classe, air mail to:

Museo Provincial de Ciencias Naturales "F. Ameghino
1ra. Junta 2859 - (3000) Santa Fe - Tel. (054) (042) 23843
Argentina

They must be typewritten in double spacing and wide margins, with two copies. Further details of the format and reglamentations adopted for contribuitons are given in: "Reglamento de publicación y guía para los autores" (Comunicaciones 9: 21-23, 1981).

Periodicidad y canje: Se edita en forma irregular y envía por canje de acuerdo a la disponibilidad de ejemplares.

Exchange - Publication eschedule: Is issued irregular. Publishers and institution of related objectives may receive it on exchange.

Abreviatura internacional/World-list Abbreviations
Com. Mus. Prov. Cs. Nat. ' Florentino Ameghino'

INDICE

EL HOLOCENO EN EL LITORAL

Por Martín H. Iriondo

ISSN 0325-3856	Com. Mus. Prov. Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie)	Santa Fe (Argentina)	V.3	Nº 1	Págs. 1-39	Diciembre 1991

EL HOLOCENO EN EL LITORAL

Martín H. Iriondo - CONICET

SUMMARY

The northeastern corner of Argentina is named "Litoral", owing to complex historical reasons. It covers some 300,000 Km², being formed by eight major areas: Paraguay river belt, old belts of the Paraná river, present Paraná flood plain, Paraná delta, Misiones province, "highlands" of Entre Ríos and Corrientes, Uruguay river belt, and southern Santa Fe province.

Several climatic changes occurred in the Litoral during the upper Quaternary. Late Pleistocene was characterized by a dry and cool climate. During lower and middle Holocene humid subtropical conditions were established in the whole region. A major change occurred in the upper Holocene: between 3500 years BP and 1000 years BP a stational anticyclonic center located in the Pampa originated a dry climate.. Finally, the present humid subtropical climate was established on the region, with probable oscillations in the Uruguay river area.

Palabras clave: Cuaternario - Holoceno - Geología - Paleoclimas.

INTRODUCCION

El objeto del presente trabajo es realizar una síntesis de los conocimientos actuales sobre los cambios ambientales y dinámicos ocurridos en los últimos diez mil años en la región nordeste de la Argentina, denominada genéricamente "Litoral". Los límites de la misma son poco precisos, ya que el concepto fundamental para su definición parece ser "la región ubicada en la zona de influencia del río Paraná", con la inexactitud que esto implica.

En este trabajo, a los fines de una descripción coherente y relativamente clara de los fenómenos holocénicos del área, se considera "litoral" al territorio comprendido por las tres provincias de la Mesopotamia, sur y centro de Santa Fe, y una faja de ancho variable (10 a 30 Km. en general) ubicada en la margen derecha del Paraná entre las ciudades de Resistencia y Santa Fe, además de la faja del río Paraguay en Formosa.

Durante el Cuaternario superior ocurrieron algunos cambios climáticos significativos. El fin del Pleistoceno estuvo caracterizado por clima seco y frío, con predominio de acción eólica en casi toda la región y paisaje de sabana en Misiones. En el Holoceno inferior y medio se estableció un clima húmedo con temperaturas similares o superiores a las actuales. Durante el Holoceno superior, entre 3500 años y 1000 años antes del presente, ocurrió un régimen climático subtropical seco, básicamente semiárido, originado por un anticiclón estacional ubicado en la región pampeana (Iriondo, 1990). Por último, se estableció el clima actual, subtropical húmedo, aparentemente con algunas oscilaciones en la zona del río Uruguay.

EL RIO PARAGUAY

La cuenca del río Paraguay constituye una unidad de importancia en el Cono Sur del continente, si bien con escasa representatividad areal en la Argentina. Aparte de la región chaqueña, el Paraguay drena una superficie de unos 250.000 Km^2 en el Paraguay oriental y en el Mato Grosso, regiones con grandes analogías con el Litoral.

En el tramo argentino-paraguayo el río recorre algo más de 220 km. en una llanura aluvial de 5 a 15 km. de ancho. Drago (1975) mapeó tres unidades geomorfológicas en ésta: llanura de meandros actuales, llanura de meandros antiguos y llanura con avenamiento impedido, todas indudablemente holocenas. La llanura de avenamiento impedido es la unidad más vieja. Está caracterizada por gran número de bañados y pantanos. Ha sido erodada en la mayor parte de su extensión original, conservándose solo unas pocas áreas en el borde occidental de la misma. Pueden observarse todavía en su superficie restos de antiguos meandros, lo que indica que el cauce del Paraguay (al contrario que el del Paraná) ha estado caracterizado por un patrón meándrico a lo largo del Holoceno.

La llanura de meandros antiguos se desarrolla también preferentemente en la margen derecha del cauce, aunque también se observan algunas áreas menores de ella en la faja paraguaya. Puede deducirse de ésto que hay una tendencia del cauce a migrar hacia el este. Actualmente, el cauce tiene una creciente muy larga y atenuada, debido al retardo que sufre la onda de crecida en las ciénagas y médanos del Pantanal brasileño. Al entrar en territorio argentino, el río sufre dos tipos de perturbaciones en su régimen: el efecto de remanso del Paraná y el aporte de caudalosos afluentes. Dichos afluentes son el río Bermejo en la margen derecha y el Tebicuary en la izquierda. (Tossini, 1942). Estos ríos pueden casi duplicar el caudal del colector en ciertas circunstancias; el Bermejo aporta la mayor parte de los sedimentos en suspensión del sistema. El efecto de remanso del Paraná modifica la pendiente hidráulica del río Paraguay en grado variable, llegando en casos extremos (Paraná crecido y Paraguay en estiaje) a embalsarse el agua hasta la altura de Asunción.

El río Paraguay transporta arena fina y muy fina, con más de 99 °/o de cuarzo en la fracción liviana y la asociación circón-turmalina-rutilo en la fracción pesada (Bertoldi, 1980), es decir, se trata de sedimentos muy maduros.

En la margen derecha de la llanura aluvial se ubica una terraza de 4 metros de altura sobre aguas altas, formada por arcilla plástica gris verdosa, cubierta por un sedimento limoso gris que puede ser equivalente a los limos eólicos del Holoceno superior.

FAJAS ANTIGUAS DEL PARANA

A lo largo de su historia geológica, desarrollada desde el Plioceno hasta la actualidad, el río Paraná ha construído un modelo sedimentario caracterizado por fajas fluviales controladas por fracturas, y abandonadas finalmente por avulsión (Iriondo, 1988). En el Litoral dichas fajas abarcan la mitad noroeste de Corrientes, y una faja de ancho variable en las provincias del Chaco y Santa Fe. Probablemente la última faja ocupada por el río antes de la actual fue la línea Iberá-río Corriente-Bajo de los Saladillos; esta conclusión está basada en la ausencia de loess dentro del Bajo de los Saladillos, además de la excelente preservación de los rasgos morfológicos en todo su recorrido.

En Santa Fe las fajas antiguas constituyen una franja que bordea al Paraná por el oeste, con un ancho máximo de 90 a 100 kilómetros, y que termina en la ciudad de Santa Fe. Geomorfológicamente están caracterizadas por paleocauces de distintos tamaños, según los haya formado la corriente principal del río o algunos de sus brazos menores. Los paleocauces visibles, cercanos a la superficie del terreno, son de edad lujanense. En su mayor parte tienen patrón meándrico y presentan grados diversos de colmatación y enmascaramiento, derivados de procesos locales posteriores a su formación. La actividad neotectónica (probablemente holocena en parte) ha sido significativa, principalmente provocada por la aparición de fracturas de rumbo N–S (Iriondo, 1989). Sus unidades geomorfológicas son el Paleocauce Golondrinas-Calchaquí, el Bajo de los Saladillos, la Faja con Relieve de Reconquista y el Area Plana de Vera. (Fig. 1).

Durante el Holoceno inferior y medio la región estuvo sometida a clima húmedo. En el norte, principalmente en la faja de Reconquista y áreas de la provincia del Chaco, la erosión retrocedente formó redes fluviales bien desarrolladas; en ciertos casos los cauces fluyeron por paleocauces del Paraná, otros tienen controles estructurales, siendo frecuente la sucesión de ambos controles en un mismo arroyo. Los valles de los arroyos principales tienen de 2000 a 2300 metros de ancho.

Los sedimentos depositados en los valles indican ambientes fluviales y palustres. En el arroyo Malabrigo aparecen 76 cm. de limo muy arcilloso con nódulos de Mn color castaño oscuro, estructurado en poliedros irregulares de pocos centímetros de diámetro. Debajo hay 1,20 m de limo arcilloso algo más grueso color verde, con cristales de yeso en algunos niveles y materia orgánica descompuesta. En el tramo final del arroyo Los Amores, los depósitos de valle equivalentes a los descritos forman una terraza. En general, son correlacionables con la Formación La Picada de Entre Ríos.

En el Paleocauce Golondrinas-Calchaquí y en el Bajo de los Saladillos el Holoceno inferior y medio está representado por sedimentos lacustres y palustres de 2 a 3 metros de espesor. En la zona frente a Calchaquí se trata de depósitos lacustres, formados por 2 a 3 m. de arenas y pelitas laminadas y con estratificación horizontal muy fina, de color verde y amarillo.

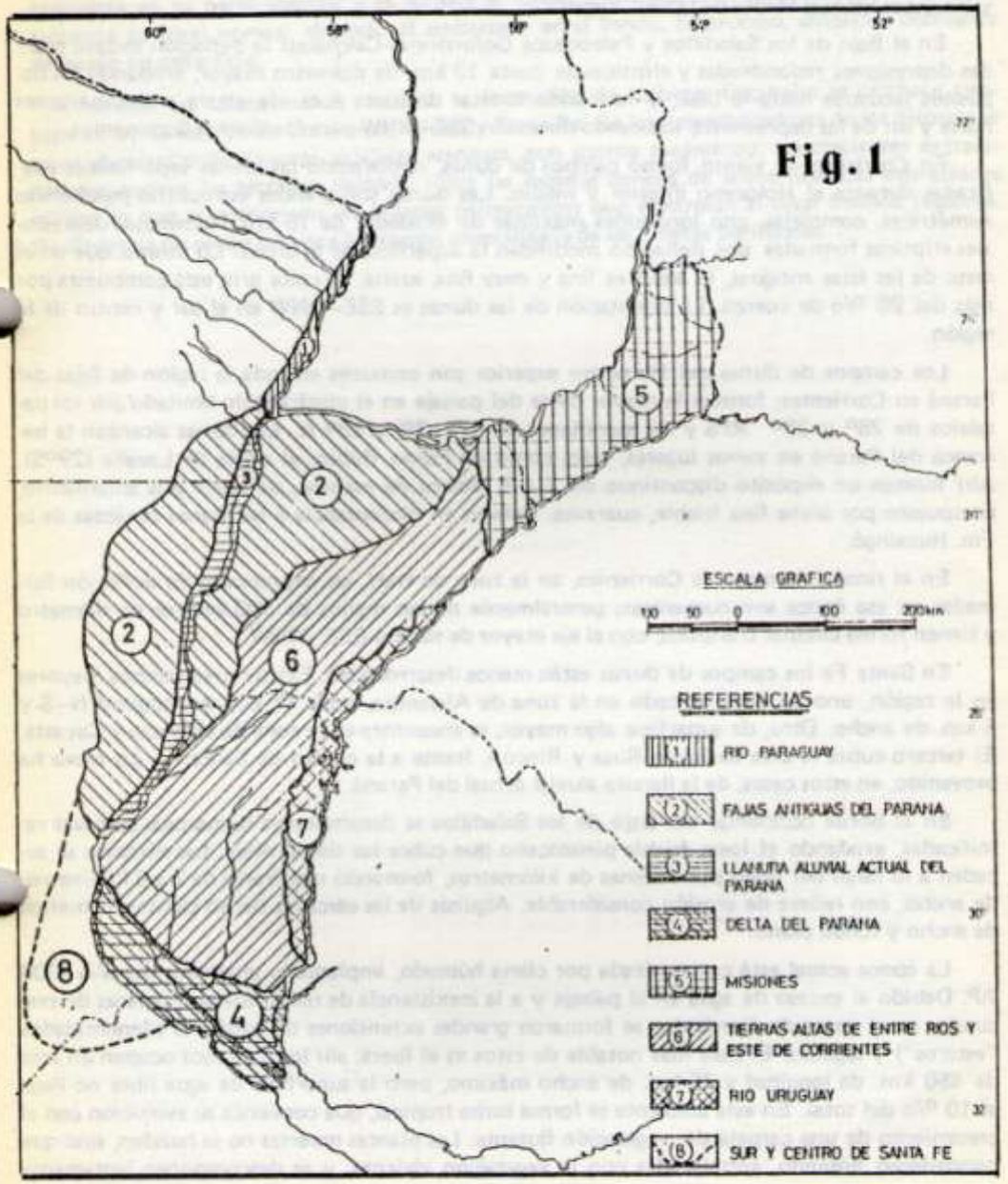


Fig. 1
ESCALA GRAFICA
100 50 0 100 200km
REFERENCIAS
1 RIO PARAGUAY
2 FAJAS ANTIGUAS DEL PARANA
3 LLANURA ALUVIAL ACTUAL DEL PARANA
4 DELTA DEL PARANA
5 MISIONES
6 TIERRAS ALTAS DE ENTRE RIOS Y ESTE DE CORRIENTES
7 RIO URUGUAY
8 SUR Y CENTRO DE SANTA FE

Durante el clima seco del Holoceno superior las fajas antiguas del Paraná fueron cubiertas por una capa de limo eólico de 15 a 25 cm. de espesor (la Fm.San Guillermo, que se describe más abajo), cuya extensión alcanzó hasta el noreste de Corrientes. Este depósito es conspicuo en las barrancas de Empedrado, donde se ha depositado sobre arenas rojas de la Fm. Ituzaingó y areniscas limosas verdes de la Fm. Yupoí.

En el Bajo de los Saladillos y Paleocauce Golondrinas-Calchaquí la deflación excavó grandes depresiones redondeadas y elípticas de hasta 10 km. de diámetro mayor, erodando los depósitos lacustres hasta la base, y formando lunetas de hasta 4 m. de altura en las márgenes norte y sur de las depresiones, indicando dirección SSE—NNW para los vientos dominantes.

En Corrientes el viento formó campos de dunas, removiendo las arenas superficiales edafizadas durante el Holoceno inferior y medio. Las dunas son grandes estructuras parabólicas asimétricas, complejas, con longitudes máximas de alrededor de 10 km. Numerosas depresiones elípticas formadas por deflación modifican la superficie de la arena. Lo mismo que en el resto de las fajas antiguas, la arena es fina y muy fina, suelta, de color gris; está compuesta por más del 90 °/o de cuarzo. La orientación de las dunas es SSE—NNW en el sur y centro de la región.

Los campos de dunas del Holoceno superior son comunes en toda la región de fajas del Paraná en Corrientes; forman la mayor parte del paisaje en el cuadrángulo limitado por los paralelos de 28° y 28° 30'S y los meridianos de 57° 30' y 58° W. Las dunas alcanzan la barranca del Paraná en varios lugares, tales como en Punta Rubio, al norte de Lavalle (29°S). Allí forman un depósito discontinuo de 1 a 3 metros de espesor, de color gris amarillento, compuesto por arena fina friable, cuarzosa. Cubren en discordancia a las arenas ocráceas de la Fm. Ituzaingó.

En el rincón noroeste de Corrientes, en la zona de Itatí, las depresiones de deflación formadas en esa época son numerosas; generalmente miden menos de 500 metros de diámetro y tienen forma circular o elíptica, con el eje mayor de rumbo ESE—WNW.

En Santa Fe los campos de dunas están menos desarrollados. Existen tres campos mayores en la región, uno de ellos ubicado en la zona de Alejandra, mide 17 km. de longitud N—S y 5 km. de ancho. Otro, de superficie algo mayor, se encuentra en la zona de Helvecia y Cayastá. El tercero cubre el área de Santa Rosa y Rincón, frente a la ciudad de Santa Fe. La arena ha provenido, en estos casos, de la llanura aluvial actual del Paraná.

En el borde occidental del Bajo de los Saladillos se desarrollaron numerosas cárcavas ramificadas, erodando el loess friable pleistoceno que cubre las tierras altas. Las cárcavas se suceden a lo largo del talud por decenas de kilómetros, formando una franja de 2 a 6 kilómetros de ancho, con relieve de erosión considerable. Algunas de las cárcavas tienen cientos de metros de ancho y fondo plano.

La época actual está caracterizada por clima húmedo, implantado alrededor del año 1000 AP. Debido al exceso de agua en el paisaje y a la inexistencia de redes fluviales capaces de evacuarla, en el oeste de Corrientes se formaron grandes extensiones de pantanos (denominados "esteros") y lagunas. El caso más notable de estos es el Iberá; allí los pantanos ocupan un área de 450 km. de longitud y 75 km. de ancho máximo, pero la superficie de agua libre no llega al 10 °/o del total. En este ambiente se forma turba tropical, que comienza su evolución con el crecimiento de una carpeta de vegetación flotante. Las plantas muertas no se hunden, sino que permanecen flotando, entrelazadas con la vegetación viviente, y se descomponen lentamente

en esa posición. Eventualmente actúan como soporte de la vegetación viva. Con el tiempo se va formando una masa flotante esponjosa, el "embalsado", que alcanza hasta 2 metros de espesor. Durante los años excepcionalmente secos el nivel del agua del pantano disminuye y el embalsado toca eventualmente el fondo. Su propio peso le hace perder agua intersticial, la masa se compacta en su parte inferior y se adhiere al fondo. En la siguiente estación húmeda el agua recupera su nivel normal, dejando el embalsado en el fondo. El proceso, entonces, comienza de nuevo en superficie.

Aunque en forma menos notable, la formación de turberas tropicales se produce también en otros esteros de Corrientes, Chaco y Santa Fe. En las desembocaduras de los mismos se están desarrollando llanuras aluviales arenosas, con patrón meándrico; sus crecientes extraordinarias cubren las terrazas, dejando sobre las mismas bancos de arena fina. Las depresiones eólicas se han transformado en lagunas permanentes que controlan el nivel freático regional. Su dinámica de oleaje provoca la erosión generalizada de las lunetas periféricas.

LA LLANURA ALUVIAL ACTUAL DEL PARANA

La llanura aluvial actual del río Paraná es una amplia faja recorrida por el cauce principal del río, brazos menores permanentes, riachos temporarios y gran cantidad de lagunas, pantanos y bañados. Los dos mecanismos de formación y evolución de esta llanura aluvial son los procesos de cauce por un lado y las inundaciones por el otro. El cauce tiene gran capacidad de arrastre, erosión y sedimentación; deposita bancos de arena y espiras de meandro. La inundación sedimenta partículas de limo y arcilla, forma lagunas y pantanos, dando lugar a una morfología muy característica (Iriondo, 1972).

El cauce principal corre junto a la barranca izquierda de la llanura aluvial en casi todo su recorrido. A lo largo de toda la llanura se observan importantes corrientes menores sobre la margen derecha, conectadas por medio de riachos transersales con el cauce principal, del cual reciben la mayor parte de su caudal. La descarga media anual del río está en el orden de los 16.000 m3/seg, con máximos extremos de 65.000 m3/seg. El caudal sólido está compuesto por 200 millones de toneladas anuales de sedimento en suspensión (illita y algo de montmorillonita) y 5 a 15 millones de toneladas de arena cuarzosa muy fina, con pátina de óxido férrico y menos del 1 °/o de minerales pesados (turmalina, circón, cianita y estaurolita) transportada en arrastre.

Se puede observar actividad tectónica holocena y probablemente actual. Los cambios de ubicación del cauce, junto con cambios de régimen hidrológico combinados con aquella han producido un complejo paisaje fluvial; sin embargo, existen solo cuatro facies sedimentarias de primer orden en los depósitos de la llanura, a saber:

a) Facies de albardón, caracterizada por arena muy fina limoarcillosa, color ocre y gris verdoso con abundantes moteados y numerosos poros, tubos y moldes de raíces. Los procesos de gleyzación son evidentes. Posee plasticidad mediana.

b) Facies de laguna, compuesta por limo gris oscuro con gran cantidad de materia orgánica vegetal en distintos grados de descomposición. Es compacta, con porosidad muy baja, excepto en depósitos muy recientes. Contiene escasa arcilla y arena.

c) Facies de cauce. Está compuesta por arena muy fina y fina, normalmente con estratificación diagonal en estratos planos de 10 a 40 cm. de espesor, correspondientes a fase hidrodinámica de duna. Formados por la progradación de grandes bancos.

d) Facies de duna eólica. Arena muy fina limosa, sin estructuras internas, color marrón. Se la encuentra en áreas aisladas en la zona de Esquina y en la terraza de Reconquista.

Forma general — La llanura aluvial del Paraná tiene unos 600 Km. de longitud. Comienza en la confluencia del Paraná con el Paraguay a los 27° 25'S y termina aproximadamente a los 33°S, algo al sur de la ciudad de Rosario, donde pasa en transición al delta. Aguas arriba de la confluencia con el Paraguay la llanura, menos desarrollada, está ubicada principalmente en la República del Paraguay.

Su dirección general es norte-sur, en su recorrido atraviesa en forma perpendicular o diagonal varios bloques tectónicos, lo que produce la aparición de segmentos con distintas orientaciones y pendientes locales. Desde la confluencia hasta los 28º 10'S corre unos 75 km. sobre un bloque hundido, ensanchándose desde 13 km en Confluencia hasta 45 km. más abajo. El tramo siguiente, de alrededor de 150 km. de longitud, tiene pendiente más elevada y un ancho relativamente constante, que oscila entre 25 y 35 km. Desde Reconquista hasta Esquina recorre un bloque más elevado aún. Desde los 30ºS hacia abajo entra en un sector compuesto por varios bloques menores basculado en sentido W–E; disminuye su ancho desde 40 km. en la latitud de 30º 30'S hasta 12 km. en 31º 15', donde atraviesa una importante fractura de rumbo SW–NE. El siguiente segmento, de 14 a 16 km. de ancho y 65 km de longitud, termina frente a la ciudad de Santa Fe, en el máximo estrechamiento de la llanura aluvial: sólo 8 km. de ancho. Este estrechamiento está producido por el borde de la cuenca sedimentaria del Paraná. Aguas abajo se ensancha paulatinamente hasta alcanzar los 40 km. en el ápice del delta.

Barranca – La barranca de la margen izquierda del Paraná, con 1200 km. de longitud y 30 a 50 m. de altura, es probablemente el elemento geomorfológico holoceno más grande del país. Su mecanismo natural de retroceso son los movimientos de masa, complementados por la socavación que produce el río en la base.

El cauce – El cauce del río Paraná presenta un diseño típicamente trenzado. Forma una sucesión de trechos ensanchados, en los cuales se divide en varios brazos, con bancos de arena e islas continuamente erodados y depositados por los brazos divagantes. Dichos trechos ensanchados están separados por "estrangulamientos" cortos y bien definidos, donde el río corre por un solo cauce, ubicados en fracturas transversales. Los estrangulamientos son secciones planimétricamente estables que no han sufrido modificaciones en su ubicación desde hace por lo menos 80 años (fecha en que se comenzó a relevar sistemáticamente el río). Tienen, por otro lado, importantes variaciones en profundidad: las grandes crecientes erodan el lecho varios metros en vertical, y se produce un paulatino relleno en los años normales (Drago, 1979).

Los trechos ensanchados miden de 20 a 30 kilómetros de longitud y 4 a 8 kilómetros de ancho, incluyendo islas y bancos. Los cauces propiamente dichos totalizan en conjunto entre 2 y 5 km. de ancho. Su profundidad típica oscila entre 5 y 10 m. En los estrangulamientos el ancho del río varía entre 0,5 km. y 2,5 km. y tienen entre 15 y 30 metros de profundidad.

Los bancos y meandros actuales – Una faja de arena fina compuesta por bancos de forma groseramente elíptica acompaña al cauce del río a lo largo de toda la llanura aluvial. Está compuesta por arena fina bien seleccionada y ha sido depositada por el cauce en la fase actual; está sometida a una permanente dinámica de sedimentación y erosión. Mide entre 2 y 7 km de ancho.

A lo largo de la margen derecha de la llanura aluvial, alejada del cauce principal, corre un cauce secundario activo de tipo meándrico, que desarrolla amplias llanuras de meandro en ciertos trechos. La mayor de ellas se encuentra al norte de la ciudad de Santa Fe; mide más de 60 km de longitud por 6 a 8 km de ancho. Esta unidad sedimentaria y geomorfológica está constituída por arena limosa fina.

Los bancos y meandros evolucionados — Pertenecen a una fase muy reciente de la historia de la llanura aluvial, probablemente sometida al mismo régimen hidrológico de hoy en día. Forma fajas discontinuas que no están sometidas a la dinámica constante del cauce, y por consiguiente evidencian ya un incipiente modelado producido por los procesos de inundación sobrepuestos a las formas heredadas. Los bancos de arena originales son menos visibles, aparece algo de limo intersticial depositado por las inundaciones y se forman pequeños cauces activos que depositan fajas de meandros finos, con relaciones radio de curvatura/ancho de cauce, extremadamente grandes.

Depósitos de inundación — Están caracterizados por áreas planas, con numerosas lagunas someras, pantanos y pequeños cauces adventicios, activos solamente al comienzo y al final de las inundaciones. Se extienden por el centro y por la margen derecha de la llanura aluvial, a todo lo largo de la misma. Están compuestos fundamentalmente por las facies sedimentarias de albardón y de laguna.

Los depósitos de inundación cubren una superficie total de 6048 km^2. El mapeo a escalas 1:100.000 y 1:20.000 ha permitido dividirlos en varias unidades geomorfológicas. Cada unidad representa un estado particular en la evolución desde el primer estadio de morfología de cauce. La evolución presenta dos líneas divergentes, una de ellas en áreas que sufren elevación neotectónica y la otra en zonas sometidas a hundimiento.

El primer estadio de la morfología de inundación es en ambos casos el mismo: los cauces menores que recorren la llanura de bancos dejan de funcionar, se convierten en brazos muertos y comienzan a ensancharse irregularmente en algunas partes, formándose pequeñas lagunas.

En las áreas elevadas desaparecen paulatinamente los cauces y las lagunas evolucionan conforme a su dinámica lenítica, resultando la siguiente sucesión: Areas con riachos ensanchados ⟶ Areas con lagunas pequeñas y grandes ⟶ Areas altas con lagunas grandes aisladas. En las áreas sujetas a hundimiento, el predominio de pantanos y lagunas es cada vez mayor. La sucesión morfológica es la siguiente: Areas con riachos ensanchados ⟶ Areas de lagunas con riachos asociados ⟶ Areas permanentemente anegadas.

Depósitos antiguos — Están caracterizados en su mayor parte por superficies sumamente planas, con un relieve extremadamente suave, prácticamente invisible en escala de campo. Los únicos elementos geomorfológicos detectables son escasos pantanos irregulares de 100 a 300 m. de diámetro. Están compuestos por arena mediana de color verde grisáceo con concreciones de CO_3Ca, de superficie áspera. El sedimento posee numerosos poros y tubos. Presenta intercalaciones de limo arenoso gris con eflorescencias salinas en los afloramientos. Los depósitos aluviales están cubiertos por una capa de limo eólico gris pulverulento, perteneciente a la Fm. San Guillermo. En algunos sectores cercanos a Reconquista y Esquina se desarrollaron campos de dunas, ahora parcialmente disipadas.

Los depósitos antiguos se encuentran desde Confluencia (27° 25'S) hasta la latitud de 30° 40'S, formando dos fajas discontinuas en ambas márgenes de la llanura aluvial. En el sector norte (hasta los 28° 30'S) se encuentran hundidas, con cotas más bajas que las unidades geomorfológicas más modernas. En el sector sur han sido elevadas por movimientos neotectónicos, formando ahora una terraza. La diferencia de cota entre ambos sectores es de más de 4 metros.

Los depósitos antiguos fueron sedimentados durante una fase hidrológica más seca que la actual, durante la cual el Paraná tenía un caudal mucho más reducido y con concentración de sales más alta que en el presente. La edad de estos depósitos puede estimarse en holocénica media a superior. Los depósitos eólicos que los cubren están datados entre los años 3500 AP y 1000 AP. (Iriondo, 1990).

DELTA DEL PARANA

En su desembocadura el Paraná ha desarrollado un gran delta de 300 km de longitud y 13500 km2 de superficie. La mayor parte del mismo está compuesta por depósitos litorales de la ingresión del Holoceno medio, sedimentados sobre una unidad fluvial más antigua. También existen depósitos estuáricos del Holoceno superior y sedimentos actuales. En el mapa de la Figura 5 se pueden apreciar las distintas unidades holocenas que lo componen (Iriondo y Scotta, 1978). Dichas unidades son las siguientes, en orden de antigüedad decreciente:

Planicie de avenamiento impedido – Es anterior a la ingresión, probablemente del Holoceno inferior. Está caracterizada por gran número de lagunas, pantanos y bañados, cortados por cauces adventicios pequeños. Ha sido formada por procesos fluviales, de dinámica de inundación.

Isla Ibicuy – Es un sector de alrededor de 150 km2 de extensión, ubicado dentro del delta inferior, que no fue cubierto por la ingresión holocena. Está compuesta por limos eólicos continentales de edad ensenadense. Durante la ingresión no recibió sedimentos, por lo que se deduce que formaba una isla o bajío. Está parcialmente rodeada por un depósito arenoso complejo de 4 a 6 m. de altura y 1800 m. de ancho.

Cordón litoral – En el Holoceno medio, durante el período de máximo nivel de la ingresión, se formó un cordón litoral de 100 a 500 m. de ancho, que se fue desarrollando paralelo a la costa a lo largo de más de 220 km, formando un arco desde Victoria hasta Gualeguaychú, pasando por lo que ahora es Médanos y Ceibas.

Este cordón está constituído por fajas menores de arena, adosadas entre sí. Cada faja mide entre diez y cien metros de ancho, sus crestas son relativamente estrechas e irregulares y están separadas por depresiones planas más amplias. La altura típica del cordón varía de 2 a 3 metros, aunque hay trechos en que puede ser menor. Su relieve interno está en el orden de 1 metro a 1,5 metros, raramente más.

Albufera – Entre el cordón litoral y la costa quedó encerrada una laguna litoral o albufera, parcialmente aislada de las aguas abiertas. Dentro de ella, los arroyos Nogoyá y Clé desarrollaron pequeños deltas, depositando limos y limosarcillosos. El río Gualeguay atravesó la albufera y desarrolló un delta afuera. La dinámica interna determinó la formación de tres sectores: a) Una faja de 6 a 7 km de ancho junto a las tierras altas, con sedimentación de arcillas limosas de pequeñas cuencas locales. Actualmente forma una rampa con pendiente muy suave hacia el centro de la laguna, surcada por algunos cauces pequeños y mal definidos que colectan el escurrimiento de la zona periférica. b) Un área central levemente cóncava con sedimentación fina; tiene un ancho máximo de 12 km y actualmente está ocupada por pantanos. c) Una faja de 10 km de ancho junto al cordón, caracterizada por una sucesión de canales de marea, que comunicaron en forma sucesiva (uno o dos en cada intervalo de tiempo) a la albufera con

las aguas abiertas. Los canales son numerosos, se suceden en distancias de 1 a 2 km entre sí, raramente más. Aguas arriba se desarrollan en orientación paralela y con escasas ramificaciones. En casos extremos se midieron canales de 300 metros de ancho, el ancho típico es de aproximadamente 100 m. Los radios de curvatura son relativamente pequeños, entre 200 y 400 m. Las fracciones detríticas de los sedimentos que rellenan estos canales de marea son arcillas y limos. El nivel general del área está entre 5,5 y 7 m.s.n.m., es decir, unos 2 metros más alto que la zona central.

Delta y estuarios de afluentes menores. Dentro de la albufera los tributarios que llegan del norte comenzaron a formar deltas menores, mientras que los afluentes de la costa bonaerense del golfo, por otra parte, formaron amplios estuarios en sus desembocaduras.

El principal afluente del complejo deltaico es el río Gualeguay. Durante la ingresión este río extendió su llanura aluvial dentro de la albufera y a través del cordón litoral hacia aguas abiertas. Sus depósitos formaron un delta que alcanzó 8 a 9 km mar adentro durante la ingresión hasta arribar a un equilibrio con el oleaje y comenzar a crecer lateralmente, resultando en un frente de 40 km de ancho. El frente del mismo desarrolló una ancha playa de arena, que hacia el este se une con el cordón litoral.

El arroyo Clé, al oeste del Gualeguay, formó un amplio delta dentro de la albufera (25 km de longitud y 25 km de ancho en la zona distal) que llega ahora hasta el cordón litoral. El arroyo Nogoyá, con una cuenca mayor que la del Clé, desarrolló un delta más pequeño, de 7 km de longitud y hasta 17 km de ancho; su frente está claramente incidido por canales de marea, que probablemente erodaron sus sedimentos mientras el delta se formaba. Estos depósitos son fundamentalmente limos.

Es evidente que los grandes volúmenes de arena aportados por el Paraná al golfo durante la ingresión derivaron en su totalidad hacia el este, de ello se puede deducir una circulación del agua en sentido horario. Las desembocaduras de los arroyos bonaerenses, en consecuencia, quedaron expuestas a la acción directa del mar. Aparecieron allí típicos ambientes estuáricos, caracterizados por planicies anchas y cortas, con barrancas incididas y "ramas" bien definidas aguas arriba. El arroyo Luján desarrolló un estuario de 20 km de largo y 10 km de ancho; el Arrecifes otro de 12 km de longitud y 3 km de ancho; el arroyo Areco una planicie de 10 km de longitud y 3,5 km de ancho.

Playas paralelas — Cuando el mar comenzó a descender, probablemente alrededor del 4000 AP, fue dejando sucesivas playas paralelas, adosadas unas a otras o separadas por barrizales, que cubren gran extensión del complejo deltaico; el factor principal de este fenómeno fue sin dudas el gran volumen de arena aportado anualmente por el Paraná, que en esa época desembocaba un poco al sur de Rosario. La longitud individual de las playas es bastante variable, en promedio miden de 4 a 8 km, con valores máximos de 20. El ancho típico oscila entre 100 y 200 metros. La arena de las playas es de granulometría fina, bien seleccionada, y está compuesta por más del 95 % de cuarzo. En las depresiones intermedias el sedimento es arena muy fina, grisácea, débilmente laminada, con zonas ferruginosas y laminillas brillantes menores a 1 mm de largo.

Llanura de mareas — La llanura de mareas está compuesta por sedimentos depositados en ambiente estuárico en una época posterior a la formación de las playas paralelas, es decir, esta unidad fue formada durante el Holoceno superior. Es de suponer que durante la misma el río

Paraná transportaba un caudal muy reducido de agua y sedimentos, pues la acción morfogenética de las mareas llegó hasta solo 30 km de distancia de Rosario. Este período de carencia de agua en el río corresponde al clima seco del Holoceno superior, detectado también en los demás sectores del Litoral.

La gran extensión de esta unidad (cerca de 150 km. de longitud) permite suponer una alta energía de mareas durante la época de su formación. Los canales de marea principales son subparalelos, con segmentos rectos y ángulos bien definidos. Cada canal principal ha desarrollado una red de tributarios de hasta 3º orden, de acuerdo con el mismo patrón; las confluencias son predominantemente ángulos rectos.

Fajas de bancos y meandros — Corresponden a procesos actuales, están formadas por la migración lateral de los cauces principales del delta, fenómeno que afecta un ancho que varía de 2,5 a 8,5 km, desapareciendo en algunos lugares. Cerca de Villa Constitución el cauce se separa en dos ramas, generando una intensa actividad migratoria, con meandros abandonados y espiras de meandro. En el resto del delta las fajas están constituídas principalmente por bancos de cauce e islas.

Llanura de meandros finos — Es generada por la migración lateral de distributarios angostos, pero bastante activos, de la margen izquierda del cauce principal en el delta superior. Presentan una relación radio de curvatura/ancho de cauce, extremadamente alta. Es de edad actual.

Delta inferior — También de edad actual, está desarrollándose por el avance frontal del delta del Paraná en el río de la Plata. Presenta patrón distributario de amplios cauces con albardones bien desarrollados. El avance de los albardones forma islas con bordes relativamente altos y una depresión central ocupada por una laguna o pantano. El sustrato de esta unidad es una arena muy fina, acarreada como carga de fondo y depositada aguas abajo de los terrenos emergidos. Dichos bancos se extienden hasta 10 km dentro del río de la Plata y están cubiertos por escasos centímetros de agua. El frente avanza en promedio 70 m/año.

LA PROVINCIA DE MISIONES

El Holoceno de la provincia de Misiones no ha recibido prácticamente ninguna atención por parte de los investigadores argentinos. Lo mismo sucedió con las regiones limítrofes de los estados brasileños de Paraná y Río Grande do Sul. Como alternativa a una omisión total de esta provincia, el autor de este capítulo ha optado por colocar aquí un conjunto de observaciones parciales realizadas por sí mismo, combinadas con algunas deducciones, en principio válidas, de la literatura arqueológica.

De ello surge la conclusión tentativa de que durante el Holoceno ocurrieron cambios climáticos en la provincia de Misiones.

El paisaje está dominado por una potente sucesión de coladas de basaltos tholeíticos, de 10 a 20 metros de espesor individual. La erosión diferencial de los mismos ha formado escalones de diversa importancia en el relieve. Las redes fluviales de la meseta están caracterizadas por cauces meándricos, formados probablemente en el Terciario superior. Al llegar a un escalón topográfico, los cauces forman saltos y correderas. La erosión retrocedente deja un cañón formado por meandros incididos; el caso más notable lo presenta el río Paraná, cuyo cañón ha progresado más de 300 kilómetro (en línea de vaguada) desde las cercanías de Posadas hasta los actuales Saltos del Guayrá. Las cuencas misioneras que desembocan en el mismo formaron cada una su propio salto o cascada, que ha retrocedido una distancia que es función del caudal del cauce involucrado. El principal de ellos es el Iguazú, cuya catarata está erodando dos coladas sucesivas de basalto y presenta grandes bloques derrumbados en épocas recientes, indudablemente holocenas.

La provincia está cubierta por suelos lateríticos rojos con caolinita, lo que indica climas intertropicales húmedos dominantes. En algunos lugares, generalmente áreas de difícil drenaje, aparecen depósitos de color negro o gris azulado que contrastan fuertemente con aquellos. Se ignora si esta diferencia se debe a condiciones reductoras locales o tiene implicancias estratigráficas.

Menghin y sus seguidores estiman que la cultura Altoparanaense II, desarrollada entre el 8000 y el 5000 AP, estuvo relacionada con vegetación tipo sabana, en una región cubierta hoy por selva, formación vegetal que se habría implantado alrededor del 6000 AP (Rizzo, 1980).

Los ríos y arroyos mayores de la provincia, incluyendo el Paraná, presentan una terraza alta y bien desarrollada, de varios metros sobre el nivel del agua. San Cristóbal (1988) identificó dos niveles aterrazados en el área de Posadas vinculados al Paraná. El más alto está caracterizado por arenas y gravas medianas y finas, con estructura torrencial, incluyendo grandes clastos de arcilla. Su superficie está a unos 20 metros de altura sobre el nivel de estiaje del río.

La terraza baja está formada por bloques, fuertemente cementados por una costra de hematita y sílice. Puede deducirse de esto que se trata de una antigua superficie estructural. Tentativamente se puede colocar la terraza alta en el Holoceno inferior, a juzgar por la edad probable de las terrazas fluviales donde se encuentran los restos de la cultura Altoparanaense.

En algunos lugares (por ejemplo en las cercanías de Victoria, en la Ruta Nac. Nº 12) aparece un suelo enterrado por procesos coluviales. San Cristóbal (op. cit.) describe para Posadas indicios análogos de remoción en masa con rodados de basalto; los atribuye a crisis climáticas con una secuencia de sequía extraordinaria y erosión durante lluvias torrenciales posteriores. En regiones brasileñas cercanas, por otro lado, han sido descritos deslizamientos generalizados en laderas muy inclinadas, provocados por lluvias extraordinarias como único agente desencadenante.

En el Holoceno superior, entre el año 3000 AP y el 1000 AP se desarrolló en la región la tradición Umbú, asociada a espacios abiertos de sabanas y matorrales (el "cerrado" brasileño). En Misiones, esta época está representada por el sitio Ulf Monsted, cerca de Eldorado, asociado a tierra gris bastante suelta (Rizzo, op. cit.), que parece indicar disminución de precipitaciones.

Un elemento de juicio con connotaciones ambientales bastante seguras es la estrecha asociación existente entre la tradición cultural Tupíguaraní y la selva tropical húmeda (Ceruti, com. pers.). De acuerdo a un reciente fechado de C_{14} (Sempé, 1988) dicha asociación ya estaba instalada en Misiones en el año 920 — 70 AP. De hecho, conforme a hallazgos zooarqueológicos y a crónicas coloniales, Sempé deduce un retroceso hacia el norte de la selva de por lo menos 30 kilómetros entre el año 1785 y la actualidad.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se puede bosquejar el siguiente cuadro tentativo para el Holoceno de la provincia de Misiones: a) Un clima de sabana desde una fecha desconocida (probablemente ubicada en el Pleistoceno final) hasta aproximadamente el año 6000 AP. b) Clima de selva entre el 6000 AP y el 3000 AP. Abarcando el Hipsitermal. c) Menores precipitaciones, originando nuevamente formaciones de sabana, entre alrededor del 3000 AP y el 1000 AP. d) Disminución de las precipitaciones a fines del siglo XVIII.

TIERRAS ALTAS DE ENTRE RIOS Y ESTE DE CORRIENTES

Se trata de un territorio que durante el Holoceno recibió escasa sedimentación, debido a que su posición topográfica relativamente alta la aisló de los grandes sistemas sedimentarios de la región. La sedimentación está restringida a fajas aluviales locales y a una delgada carpeta de limo eólico.

Existen en la región básicamente dos ambientes morfológicos: las lomadas loessicas de Crespo (Iriondo y Altamirano, 1988) y el área ocupada por la Fm. Hernandarias. Las lomadas loessicas se extienden en el sudoeste de Entre Ríos, están caracterizadas por un paisaje ondulado, cubierto por una capa de loess pleistoceno de espesor variable, entre 1 y 5 metros, bien disectada, con alta energía morfogenética. La Fm. Hernandarias ocupa todo el centro y norte de esta provincia y el sudeste de Corrientes; su techo constituye en su mayor parte un área plana, deficientemente disectada, con interfluvios muy amplios, destacándose en los mismos la mal llamada Cuchilla de Montiel, donde existe baja energía morfogenética y condiciones de escasa cubierta vegetal. Está compuesta por sedimentos plásticos finos, entre los que dominan las arcillas montmorilloníticas; esta área ha desarrollado suelos vertisólicos de color negro y gris oscuro. En la cuenca del río Gualeguaychú y algunas zonas de Corrientes, la Fm. Hernandarias ha sido erodada varios metros en forma generalizada, dando lugar a un paisaje de colinas bajas y amplias y valles anchos, de edad pleistocena.

Las redes fluviales actuales de las tierras altas de Entre Ríos se originaron y desarrollaron durante un período húmedo, de larga duración, ocurrido durante el Pleistoceno superior. Los cauces se hallan labrados en la Fm. Hernandarias y unidades equivalentes del sudeste de la provincia. El rumbo de los mismos se encuentra claramente controlado por un patrón tectónico de bloques, así como también sus cuencas.

La Fm. Arroyo Feliciano (Iriondo et al., 1985) constituye el relleno aluvial acumulado en los valles durante el episodio húmedo citado. Está formada por grandes paleocauces rellenos y sedimentos asociados de llanura aluvial; forma en muchos casos una terraza. En las lomadas loessicas de Crespo y en la faja asociada al Paraná está cubierta por el loess de la Fm. Tezanos Pinto (Fig. 2). En la mayor parte del área de la Fm. Hernandarias, en cambio, se encuentra en superficie.

El mayor sistema fluvial de las tierras altas entrerrianas es el río Gualeguay, con unos 300 km de longitud y una cuenca de cerca de 20.000 km^2.

El Holoceno inferior está caracterizado en la región por la sedimentación de la Formación La Picada, un depósito aluvial presente en todos los ríos y arroyos, generalmente en forma de terraza baja excavada en otra más antigua constituída por la Fm. A. Feliciano. Representa una reactivación de las redes fluviales, parcialmente cegadas durante el clima seco imperante en el Pleistoceno final, durante el cual tuvo lugar la sedimentación de loess. Dicha reactivación, con todo, no alcanzó a los afluentes menores de las redes primitivas.

La Fm. La Picada presenta sedimentología diversa, dependiendo de la geología de la cuenca en que se encuentra. En general, dominan los limos y arenas cuarzosas finas. Aparecen frecuentemente en la misma depósitos palustres ricos en materia orgánica. En el río Gualeguay,


PERFIL IDEAL DE LOS ARROYOS DE LA REGION
Fig. 2
TEZANOS PINTO
ARROYO FELICIANO
LA PICADA
ACTUAL
FORMACIONES ANTERIORES A LA APARICION DE LAS CUENCAS ACTUALES (PARANA, ITUZAINGO, HERNANDARIAS)

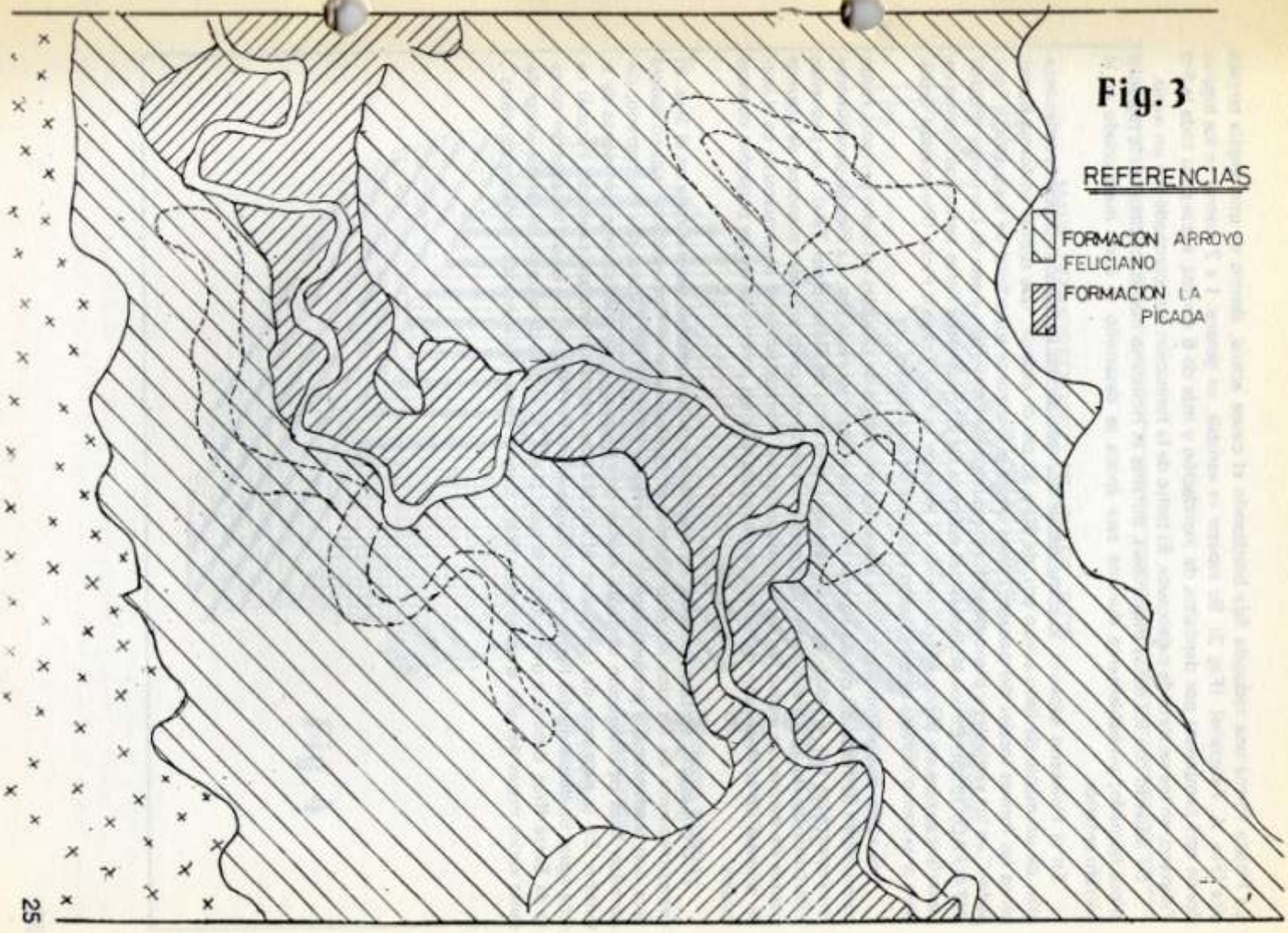

REFERENCIAS
FORMACION ARROYO FELICIANO
FORMACION LA PICADA

Fig. 3

La Picada forma una reducida faja bordeando el cauce actual, dentro de una amplia terraza alta (Fm. A. Feliciano). (Fig. 3). Su espesor es variable, en general 1 a 2 metros en los lugares donde está compuesta por depósitos de inundación y más de 6 metros, excavando toda la Fm Feliciano, en los sectores de paleocauce. El techo de la formación está coronado por un suelo.

De acuerdo con los datos disponibles, durante el Holoceno medio continuó en la región el clima húmedo; probablemente durante esta época se desarrolló el suelo mencionado en el párrafo anterior.

En el Holoceno superior, el clima semiárido instalado en la región provocó la sedimentación de un manto de limo eólico gris, de 20 a 30 cm de espesor, que cubrió en forma homogénea las formas locales del paisaje. Forma ahora el horizonte superficial de los suelos, o "epipedon" en los vertisoles y planosoles del centro-norte de Entre Ríos y este de Corriente. (PNUD/INTA/FAO, 1978). En los Molisoles del sudoeste de E. Ríos estos limos tienen las mismas características que en Santa Fe, cubriendo el loess de la Fm. Tezanos Pinto (Pleistoceno final). Solo el extremo noreste de esta región está libre de esta unidad.

Los valles fluviales muestran una notable disminución de caudales en dicho período. Hubo acumulación de hasta 80 cm de espesor de limos eólicos sobre la Fm. La Picada, parcialmente retransportados por el agua, en el Gualeguay (en la zona de Rosario del Tala). Los pequeños tributarios de los ríos Feliciano y Guayquiraró formaron conos aluviales menores, de algunos cientos de metros de ancho, en las desembocaduras. Formas similares se encuentran en el borde oriental de la depresión del Iberá, depositadas por los colectores de las pequeñas cuencas locales.

El clima actual, de tipo húmedo, ha originado una pedogénesis generalizada en el área. El comportamiento de los ríos no es uniforme; el Gualeguay y el Gualeguaychú tienen cauces fijos con tendencia a la profundización; los arroyos afluentes del Paraná, por el contrario, desarrollan fajas de divagación bastante anchas, con divagación de meandros y fenómenos de avulsión. En la provincia de Corrientes, el río Miriñay (quizá un antiguo cauce del Paraná) recibe aguas de desborde del Iberá y las descargas en el río Uruguay. En las partes altas del noreste de Entre Ríos, debido a una superficie muy plana, el exceso de agua de las lluvias anega durante varios meses del año amplias superficies, dando lugar a los llamados "bañados de altura".

CENTRO Y SUR DE SANTA FE

Esta región comprende el sector noreste del área pampeana: está caracterizada por una sucesión de sedimentos eólicos y palustres de distribución areal, con espesores entre 15 y 40 metros, de edad pleistocena. Intercalados entre éstos aparecen fajas fluviales depositadas por la divagación de los ríos Carcarañá y Quinto durante fases climáticas húmedas.

El relieve es muy escaso. Movimientos tectónicos de tipo compresivo han provocado el suave basculamiento de bloques de distinto tamaño, que determinan las pendientes dominantes de la llanura.

Durante el Holoceno inferior y medio, el clima húmedo subtropical establecido en la región a lo largo de algunos miles de años originó un suelo bien desarrollado de tipo Brunizem. La dinámica hídrica, poco eficiente debido a la escasa pendiente, formó vías de escurrimiento fuertemente controladas por lineamientos estructurales secundarios. Se trata de las llamadas "cañadas": depresiones de traza recta o con curvas de ángulo poco pronunciado; en general miden entre 150 y 400 metros de ancho y decenas de kilómetros de longitud, sucediéndose en un patrón subparalelo, determinado por la orientación de los bloques mayores, que miden algunos miles de kilómetros cuadrados de superficie.

Las cañadas tienen orillas de pendiente muy suave, más que bordes definidos se observan fajas de transición entre cañada y tierras más altas que la rodean. Algunas de ellas son asimétricas, con pendiente mayor en una de las márgenes. Pueden tener o no un pequeño cauce en la vaguada.

El grado de definición e integración de las cañadas va aumentando paulatinamente de norte a sur. En el norte, entre las localidades de Hersilia y Curupaytí, aparecen cañadas de 25 a 35 km. de longitud, separadas de 1 a 2 km unas de otras, sin conexión entre sí. De Curupaytí a Sunchales las cañadas son menos numerosas, pero ya presentan una tendencia incipiente a integrarse en redes hidrográficas. Dicha tendencia se define claramente más al sur, donde las cañadas están conectadas entre sí formando la red de afluentes de Las Prusianas, en la margen derecha del arroyo Cululú. Ello refleja un acentuamiento de las pendientes, que varían desde valores muy bajos al norte de Ceres hasta el 2 °/o en el área cercana a Rafaela.

Entre Santa Fe y Rosario existen amplias depresiones pantanosas salinizadas, que localmente reciben también el nombre de "cañadas", aunque en rigor se trata de un elemento geomorfológico diferente. Las más importantes son la de Rosquín, Malaquías, Carrizales y la que se extiende al este de Rafaela, con más de 700 km^2 de extensión. En la cañada Carrizales se observó un depósito palustre del Holoceno inferior, compuesto por 60 a 80 cm de limo arcilloso gris oscuro, estructurado en poliedros que disminuyen en tamaño de abajo hacia arriba. Se puede postular, en consecuencia, la existencia de grandes pantanos en estas depresiones para esa época.

Existen dos redes fluviales locales entre Santa Fe y Rosario, actualmente muy modestas pero con valles importantes, que indican una dinámica mayor desarrollada en épocas pasadas. Son los arroyos Colastiné y Monje. El río Carcarañá presenta una terraza de probable edad holocena inferior, cubierta por la Fm. San Guillermo. En la zona de La Ribera, en el camping

del ACA, está formada por dos estratos de limo color marrón claro de 2 metros de potencia cada uno.

El episodio seco del Holoceno superior estuvo caracterizado por un conjunto de procesos erosivos y sedimentarios entre los que sobresalen la voladura generalizada del horizonte A del suelo, la depositación de la Fm San Guillermo, la formación de grandes dunas parabólicas en el sur, la excavación de hoyas de deflación en áreas loessicas y la formación de lunetas en la laguna de Melincué y depresiones similares.

La Formación San Guillermo fue descrita formalmente en otra publicación (Iriondo, 1981). Se trata de un limo eólico gris (10YR 4/4 en seco), con un espesor medio de 27 cm en la provincia y potencias de aproximadamente 1 metro en la zona de Morteros. Proviene de las voladuras del suelo descrito anteriormente y se asienta en discordancia sobre el horizonte B-textural del mismo. En Petronila cubre en discordancia un sedimento con hornitos de barro; este es un material arqueológico aparecido en la llanura chaco-pampeana alrededor del 5000 AP.

Las dunas parabólicas son grandes estructuras complejas, similares a las descritas para la provincia de Corrientes, que fueron formadas por la remoción de las arenas edafizadas del mar de arena pampeano (formado en el Pleistoceno final) (Iriondo, 1990). Se las puede observar bien desarrolladas en la zona de Christophersen, en el extremo sur de la provincia. En otras áreas el viento ha depositado un manto de arena de aproximadamente 1 metro de espesor. Al contrario de lo ocurrido en el área loessica, el suelo del Holoceno inferior y medio ha sido erodado completamente en la arena.

En casi toda el área cubierta por loess aparecen hoyas de deflación formadas en el Holoceno superior. Algunas zonas están literalmente cribadas con estas depresiones, particularmente en los lugares con suelos salinos. Son depresiones circulares, de tamaño muy regular, entre 200 y 300 metros de diámetro y pocos decímetros de profundidad. Se formaron por efecto de la erosión producida por remolinos, en ausencia de viento, durante las horas calurosas en los días de verano; este fenómeno puede observarse actualmente en los años secos en el sudoeste de Córdoba.

Las lunetas son menos comunes en esta región que en las fajas antiguas del Paraná, sugiriendo una ausencia total de agua en la mayor parte de las depresiones. Se las encuentra en la laguna de Melincué, en la Cañada Los Leones, cerca de Chateaubriand, en la laguna de Maggiolo y en pocos lugares más. Estas depresiones son pequeños bloques tectónicos hundidos, con áreas que varían entre algunas decenas y pocos cientos de kilómetros cuadrados de extensión. No es improbable que la edad de los movimientos esté ubicada en el Holoceno. Las lunetas indican paleovientos dominantes del sur. En Melincué existen dos líneas de lunetas, indicando sucesivas posiciones de la orilla de la laguna intermitente.

El clima actual es húmedo, produciéndose un exceso de agua en el paisaje. Hay una pedogénesis general en la región, que afecta principalmente a la Formación San Guillermo, sobrepuesta a un horizonte B-textural heredado, arcilloso y poco permeable. Las hoyas de deflación se transforman en lagunas temporarias; las depresiones mayores en lagunas o pantanos permanentes. Las cañadas actúan como vías de escurrimiento, con un flujo de agua con características particulares, que puede ser genéricamente descrito como una transición entre un verdadero flujo de cauce y un flujo no encauzado (overland flow). Los cauces de ríos y arroyos presentan una reactivación de su dinámica hídrica, expresada en incipiente erosión retrocedente. Las dunas del sur sufren procesos de disipación, observados por ejemplo en la laguna Ancalú, al este de Christophersen.

EL RIO URUGUAY

El río Uruguay es el segundo río argentino en tamaño, después del Paraná. Tiene una longitud total de 1700 km y una cuenca de aproximadamente 250.000 km^2. Su caudal medio es de 4660 m^3/seg en Concordia; debido a que su cuenca tiene bajo poder de retención del agua, las oscilaciones de caudales son más pronunciadas que lo que cabría esperar en una cuenca de clima húmedo como esta. Los valores extremos registrados en Concordia son 36.000 m^3/seg. y 95 m^3/seg.

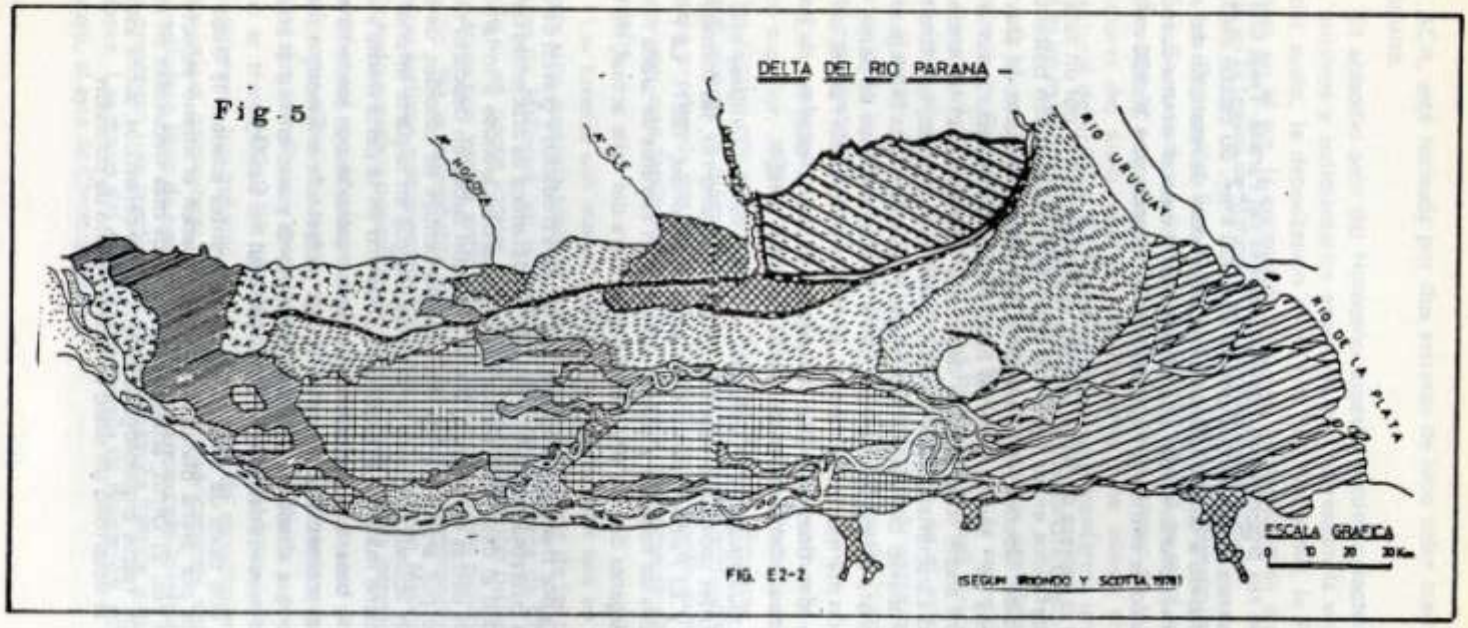
Antes de la construcción de la represa de Salto Grande, el Uruguay fluía por un valle que presentaba cinco sectores bien definidos en su recorrido argentino: a) Un cañón bastante estrecho, aguas abajo de los saltos del Moconá, con meandros incididos en basalto. b) Desde la desembocadura del Miriñay (cerca de Monte Caseros) hasta Chajarí, una llanura aluvial bastante amplia, cauce con islas y un ancho total de valle de unos 5 kilómetros. c) Un trecho de alrededor de 100 km de longitud caracterizado por rápidos, correderas y pozos, que finalizaba frente a Concordia. d) Un sector aluvial de más de 150 km de extensión, hasta Gualeguaychú, caracterizado por una amplia llanura aluvial, numerosas islas y bancos arenosos de cauce, y sedimentos heredados de la ingresión marina de Hipsitermal. e) Frente al delta del Paraná, un cauce de unos 10 km de ancho, sin islas, dominado por la dinámica de las sudestadas y de las mareas del río de la Plata. Una terraza aluvial se extiende a todo lo largo del valle.

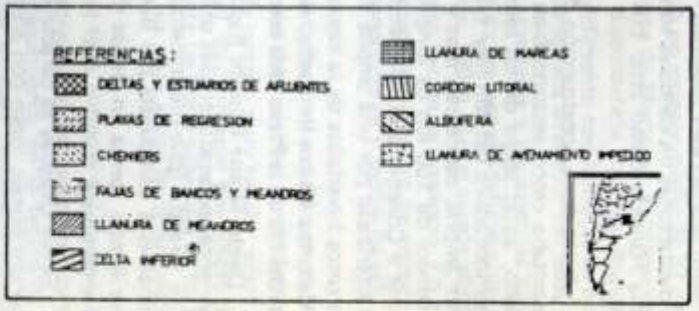
Desde Monte Caseros hasta Gualeguaychú el valle aluvial actual del río Uruguay está parcialmente excavado en dos unidades geológicas depositadas por el mismo río, las formaciones Salto Grande (plio-pleistocena) y El Palmar (pleistocena superior; Iriondo, 1981). La Fm. El Palmar está compuesta por bancos de rodados y gravas incluídos en estratos de arena marrón amarillenta; forma en ambas márgenes del río una terraza alta, fuera del valle actual, de unos 25 m de altura.

El río Uruguay se caracteriza por transportar sedimentos gruesos (rodados y gravas) de composición silícea, junto con arena cuarzosa mediana y gruesa. Su dinámica de crecientes bastante rápidas provoca en la actualidad el desarrollo de un amplio albardón arenoso a lo largo del cauce, y la aparición de pantanos detrás del mismo. Dicho albardón cubre un depósito de 2 a 3 metros de espesor, compuesto por arcilla arenosa con alto porcentaje de coloides, de color marrón grisáceo y gris claro, con abundantes concreciones de CO_3Ca en la parte inferior (Pellerin, 1987). Este depósito contiene material arqueológico cerámico en la parte media y superior, y lítico en la inferior y en la base, que suele presentar una transición con los sedimentos finos y medianos amarillos infrayacentes. Puede deducirse que se trata de sedimentos depositados durante un clima más seco que el actual, con caudales menores y crecientes más tranquilas, lo que posibilitó la ocupación humana del valle y la precipitación del $CaCO_3$.

Pellerin (op. cit.) distingue dos tipos de albardones, de diferentes edades: 1) Unos muy recientes o actuales, constituídos por arena blanco-amarillenta. Tienen el mismo aspecto que los bancos de arena actuales del río. 2) Otros, antiguos, que son los más frecuentes en el tramo "c' del párrafo anterior, con restos arqueológicos líticos y lito-cerámicos; sobre estos albardones (que están rubificados) se desarrolló un suelo con cierto grado de cohesión.

Fig. 5


DELTA DEL RIO PARANA –
RIO URUGUAY
RIO DE LA PLATA
ESCALA GRAFICA
0 10 20 30 Km
FIG. E2-2
(SEGUN IRIONDO Y SCOTTA 1978)


REFERENCIAS:
DELTAS Y ESTUARIOS DE AFLUENTES
PLAYAS DE REGRESION
CHENIERS
FAJAS DE BANCOS Y MEANDROS
LLANURA DE MEANDROS
DELTA INFERIOR
LLANURA DE MAREAS
CORDON LITORAL
ALBUFERA
LLANURA DE ANEGAMIENTO IMPEDIDO

Fuera del valle, en la provincia de Entre Ríos, una faja de arena eólica de 5 a 15 km de ancho, deflacionada del río Uruguay por vientos del sudeste, cubre el paisaje a lo largo de 300 km. Se trata de una carpeta discontinua, de arena cuarzosa fina de color gris, que alcanza hasta 80 cm de espesor, con algunos campos de dunas de reducida extensión. Su antigüedad abarca entre el año 3500 Ap y el 1000 AP (Iriondo, 1990). Se la puede correlacionar con la arcilla arenosa del valle.

De lo anterior surge el siguiente esquema para el Holoceno del río Uruguay:

1) Una fase de gran actividad fluvial, con formación generalizada de albardones y otras formas de cauce durante el Holoceno inferior.

2) Un clima relativamente húmedo en el sector entrerriano, que produjo el desarrollo de un suelo. Inundaciones y actividad fluvial del cauce poco significativas, indicando lluvias menores y/o más regulares en la alta cuenca. . Ingresión del mar en los tramos "d" y "e". Comienza el poblamiento del valle por una cultura precerámica alrededor del año 5.000 A.P.

3) Un clima semiárido en el Holoceno superior, entre el 3500 AP y el 1000 AP, con escasa o nula actividad morfogenética del cauce, sedimentación de arenas arcillosas por inundaciones en el valle ocupado por una cultura cerámica. Deflación estacional de arena hacia el noroeste. Descenso del nivel del mar.

4) Implantación del clima actual alrededor del año 1000 AP, con fuertes oscilaciones del caudal fluvial, sedimentación y erosión de cauce. Ello produjo un deterioro ambiental que provocó el despoblamiento del valle.

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

	Misiones	Llanura aluvial del Paraná	Fajas antiguas del Paraná	Centro y sur de Santa Fe	Río Uruguay	Delta del Paraná	Tierras altas de Entre Ríos y Corrientes	Río Paraguay
Actual	Selva	Fajas de bancos y otros depósitos actuales	Pedogénesis Redes fluviales Pantanos	Pedogénesis Lagunas Redes fluviales	Clima húmedo Actividad fluvial intensa	Actividad fluvial dominante Fajas de bancos y meandros Delta inferior.	Pedogénesis Actividad fluvial Bañados	Llanuras de meandros
Holoceno Superior	Sabana	Sedimentos eólicos Depósitos antiguos	Fm. San Guillermo Dunas	Fm. San Guillermo Dunas Hoyas de deflación	Clima semiárido Arena eólica Arenas arcillosas de inundación	Dinámica estuárica	Fm. San Guillermo Conos aluviales menores	Llanura de avenamiento impedido?
Holoceno Medio	Selva	?	Clima húmedo Redes fluviales Sedimentos lacustres	Clima húmedo Pedogénesis Cañadas	Clima húmedo Pedogénesis Ingresión	Ingresión Depósitos litorales	Pedogénesis	?
Holoceno Inferior	Sabana	?	Clima húmedo Redes fluviales Terraza Sedimentos lacustres.	Clima húmedo Pedogénesis Terraza Cañadas	Clima húmedo Actividad fluvial intensa	Depósitos fluviales	Terraza (Fm. La Picada)	Terraza

REFERENCIAS

Bertoldi de Pomar, H. 1980 "Sedimentología de las arenas del cauce del río Paraguay" Rev. Asoc. Cs. Naturales del Litoral, 11: 101-124.

Drago, E. 1975 "Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraguay inferior" Rev. Asoc. Geol. Arg. 30(3): 217-222.
Drago, E. 1979 "Erosión y sedimentación en un tramo del cauce del río Paraná Medio" Rev. Asoc. Geol. Arg. 32(4): 277-290.

Iriondo, M. 1972 "Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraná entre Helvecia y San Nicolás" Rev. Asoc. Geol. Arg. 27(2) 155-160.

Iriondo, M. 1981 "El Cuaternario de Entre Ríos" Rev. Asoc. Cs. Naturales del Litoral, 11: 125-144.

Iriondo, M. 1981 "Antigüedad del último cambio climático en el Litoral" Ecología, 6:5-8.

Iriondo, M. 1987 "Geomorfología y Cuaternario de la provincia de Santa Fe" D'Orbignyana, Nº 4, 57 pág., Corrientes.

Iriondo, M. 1988 "A comparison between the Amazon and the Paraná river basins" Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Universität Hamburg, SCOPE–UNEP Sonderband, 66: 77-92.

Iriondo, M. 1989 "Quaternary lakes of Argentina" Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., 70:81-88.

Iriondo, M. y Altamirano, L. 1988 "Guía de campo Nº 2 - Parque San Martín" Simposio Internacional sobre el Holoceno en América del Sur, INQUA–CADINQUA, 13 pág., Paraná.

Iriondo, M. y Scotta, E. 1978 ' The evolution of the Paraná river delta ' International Symposium on the Coastal Evolution in the Quaternary, INQUA, Proc. 405-418, San Pablo (Brasil).

PNUD/INTA/FAO, 1978 "Mapa de suelos y erosión de la provincia de Entre Ríos ' E.E.R.A. Paraná, INTA.

Menghin, O. y Wachnitz, H. 1958 "Forschungen über die Kronologie der Alto Paraná Kultur" Acta Praehistorica, 2:138-145.

Rizzo, A 1980 "Prehistoria de Misiones" Sapiens, 4: 57-63, Chivilcoy.

San Cristóbal, J. 1988 "Geología y Geomorfología" en Relevamiento, Rescate e Investigación Cultural y Natural en la Zona Afectada por la EBY en Misiones, Dir. Gral. de Cultura, Posadas, 65 pág.

Sempé, M. 1988 "Fechado radiocarbónico para el sitio Panambí". Simposio Internacional sobre el Holoceno en América del Sur, Res. Exp. 167-170, Paraná.

Tossini, L. 1942 "El río Paraguay (Conclusión)" Sociedad Científica Argentina, Anales 133: 502-522.

Pellerin, J. 1987 "Geomorfolofía" en Salto Grande, Misión de Rescate Arqueológico, T. 1, Cap. 3, Comisión Técnica Mixta, Montevideo.

Iriondo, M. 1990 "The upper Holocene dry period in the Argentina plains" Quaternary of South America, 7: 199-220, A. A. Balkema, Rotterdam.

Iriondo, M., Ceruti, C. y Tardivo, R. 1985 "Geomorfología y Cuaternario del tramo inferior del arroyo Feliciano" Rev. Asoc. Cs. Nat. del Litoral 16: 149-156. Santa Fe.

Se terminó de imprimir en
SERV GRAF - Gobernador Vera 3825
Teléfono 28197 - 3000 Santa Fe
en el mes de diciembre de 1991

Registro Nacional de la Propiedad Intelectual Nro. 09108 - Museo Provincial de Ciencias Naturales " Florentino Ameghino", 1991.
Impreso en la República Argentina, Printed in Argentine.