



SITIOS INTERÉS GEOLOGICO

de la República Argentina

RÍO DE LA PLATA
Y DELTA DEL PARANÁ

«Mirar el río hecho
de tiempo y agua...»

J.L. Borges

Roberto A. Violante¹, José Luis Cavallotto¹ y Patricia Kandus²

Sitios de Interés Geológico de la República Argentina

EDITOR

Comisión Sitios de Interés Geológico de la República Argentina (CSIGA):
Gabriela Anselmi, Alberto Ardolino, Alicia Echevarría, Mariela Etcheverría, Mario Franchi,
Silvia Lagorio, Hebe Lema, Fernando Miranda y Claudia Negro

COORDINACIÓN

Alberto Ardolino y Hebe Lema

DISEÑO EDITORIAL

Daniel Rastelli

Referencia bibliográfica

Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. CSIGA (Ed.) Instituto
de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino,
Anales 46, II, 461 págs., Buenos Aires. 2008.

ISSN 0328-2325

Es propiedad del SEGEMAR • Prohibida su reproducción
Publicado con la colaboración de la Fundación Empremin



INSTITUTO DE
GEOLOGÍA Y
RECURSOS
MINERALES

Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
Edificio 14 - 1650 - San Martín - Buenos Aires
República Argentina



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
Edificio 25 - 1650 - San Martín - Buenos Aires
República Argentina

www.segemar.gov.ar | comunicacion@segemar.gov.ar | csiga@segemar.gov.ar

BUENOS AIRES - 2008

RÍO DE LA PLATA Y DELTA DEL PARANÁ

«Mirar el río hecho de tiempo y agua...»

J.L. Borges

Roberto A. Violante¹, José Luis Cavallotto¹ y Patricia Kandus²

■ RESUMEN

El río de la Plata y el delta del Paraná son ámbitos geográficos con un alto impacto ambiental y social, y a su vez muy vulnerables a los cambios naturales y antrópicos. Por su importancia deben ser considerados Sitios de Interés Geológico y Patrimonio a preservar con el fin de promover su uso con fines científicos, educativos y culturales y para la conservación, protección y manejo sustentable y racional de sus recursos. Para ello es imprescindible el conocimiento de su geografía, geología e historia evolutiva reciente. El río y el delta, junto con los ambientes circundantes (llanuras costeras del este bonaerense y llanuras del sur entrerriano) constituyen un conjunto cuyas diferentes partes se relacionan entre sí genéticamente y no pueden estudiarse en forma independiente. Su evolución estuvo condicionada por migraciones de la línea de costa producidas por los ascensos y descensos del nivel del mar bajo particulares condiciones climáticas, oceanográficas y de dinámica sedimentaria. Durante el último retroceso del mar, iniciado hace 6.000 años, el mar pasó desde una posición situada a unos 6 metros por encima del actual -cuando inundaba todas las zonas litorales- hasta su nivel presente. Este proceso condicionó la geología, hidrología, suelos, biogeografía y ecología de la región otorgándole su configuración y paisaje actual.

■ ABSTRACT

The Río de la Plata and Paraná delta are environments with a high environmental and social impact, and are themselves highly vulnerable to natural and anthropogenic changes. Their characteristics and importance justify their consideration as sites of geological and heritage interest in order to promote their use for scientific, educational and cultural aims, as well as to promote their protection and the sustainable use of resources. In order to do this a knowledge and understanding of the region's geography, geology and recent evolution are essential. The river and the delta along with their surrounding environments in eastern Buenos Aires and southern Entre Ríos provinces constitute a unit in which the different parts are genetically related to each other and can not be studied separately. Their evolution was determined by coastline migrations resulting from sea-level fluctuations related to climatic, oceanographic and sedimentary influences. During the last marine regression, initiated 6000 years ago, sea-level moved from a position 6m higher to its present level. This whole process affected the geology, the hydrology, the soils, the biogeography and the ecology of the region, to confer on it its present shape and scenic aspect.

INTRODUCCIÓN

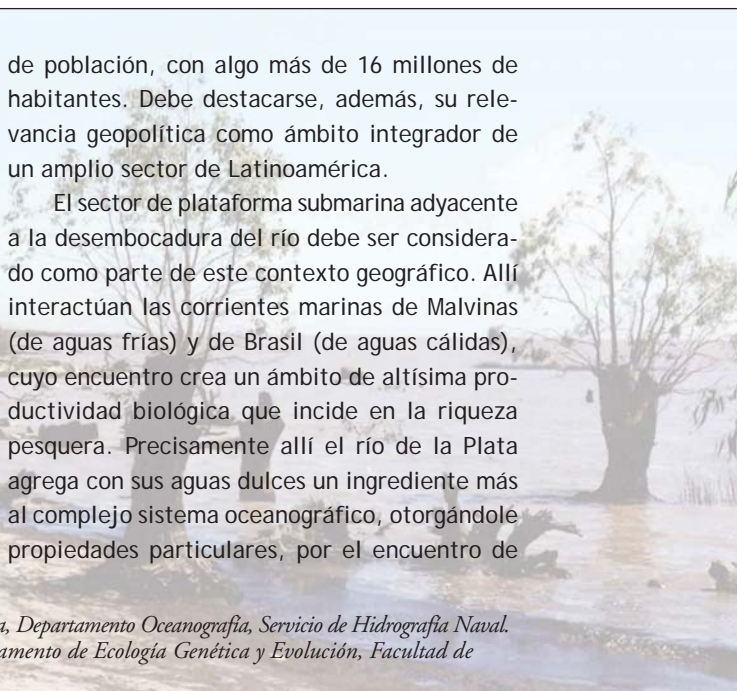
El río de la Plata y el delta del Paraná forman parte, como se demostrará a lo largo de este trabajo, de una unidad geológico-ambiental que incluye diversos ambientes asociados genéticamente entre sí, ya que resultan de orígenes comunes.

Constituyen ámbitos de gran importancia para la sociedad argentina y se encuentran interpuestos entre dos regiones naturales de enorme significación: la pampeana y la mesopotámica. Sobre sus márgenes se desarrolla el área más industrializada y con mayores recursos económicos del país, y a la vez la de mayor densidad

de población, con algo más de 16 millones de habitantes. Debe destacarse, además, su relevancia geopolítica como ámbito integrador de un amplio sector de Latinoamérica.

El sector de plataforma submarina adyacente a la desembocadura del río debe ser considerado como parte de este contexto geográfico. Allí interactúan las corrientes marinas de Malvinas (de aguas frías) y de Brasil (de aguas cálidas), cuyo encuentro crea un ámbito de altísima productividad biológica que incide en la riqueza pesquera. Precisamente allí el río de la Plata agrega con sus aguas dulces un ingrediente más al complejo sistema oceanográfico, otorgándole propiedades particulares, por el encuentro de

1. Sección Geología Marina, División Geología y Geofísica Marina, Departamento Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval.
2. Grupo de Investigación en Ecología de Humedales, Departamento de Ecología Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.



geomorfológica y biológica, es esencial como instrumento de planificación territorial, protección, conservación, evaluación de recursos y uso sustentable del medio físico y biológico.

Este conocimiento debería ser transferido a la población a través de una adecuada educación ambiental.

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

El río de la Plata y el delta del Paraná, junto con otros ambientes asociados genéticamente, integran un conjunto que abarca una superficie de 58.900 kilómetros cuadrados (km²) (Figura 1) y se extiende desde la localidad de Diamante (Entre Ríos) hasta el ámbito de la plataforma submarina vecina a la desembocadura del río, a lo largo de más de 700 kilómetros (km) ocupando la porción final de la cuenca del Plata. Esta cuenca, que es la segunda cuenca hídrica en magnitud de Sudamérica luego de la del Amazonas, se extiende en sentido norte-sur desde zonas subtropicales cercanas al Matto Grosso en Brasil hasta latitudes templadas del centro de la región pampeana.

El río de la Plata propiamente dicho, que tiene una particular forma de embudo abierto hacia el mar (Figura 1), se extiende entre la localidad de Nueva Palmira (Uruguay) y la línea imaginaria que une punta Rasa (Buenos Aires) con Punta del Este (Uruguay). La profundidad media es de 6 metros (a excepción de los canales navegables que son más profundos por efecto de los dragados), y pasa a 10-20 metros (m) solamente en su desembocadura, en la parte central de la bahía Samborombón (ver el recuadro «Los números del río de la Plata»).

En la figura 1 están señalados los sectores vecinos al río y vinculados con él genéticamente: hacia el norte el delta del Paraná y las llanuras bajas del sur y suroeste de Entre Ríos y hacia el sur la llanura costera bonaerense que incluye las costas de la bahía Samborombón. En el recuadro «Ambientes de...» figuran las superficies abarcadas por todos ellos.

El río tiene características muy particulares y complejas, dadas por la interacción entre las aguas fluviales aportadas por los ríos mesopotámicos y las aguas marinas que ingresan desde el Océano Atlántico por acción de las mareas. Esto le confiere condiciones físico-químicas, sedimentológicas y biológicas propias de un estuario, más que de un río propiamente dicho (Figura 2).

El clima

La región tiene un clima subhúmedo mesotermal, con precipitaciones medias entre 1.001 y 1.062 milímetros anuales y una temperatura media anual de 17,2 °C, con valores máximos y mínimos (en promedio) de 22,5 y 11,3 °C respectivamente. Los vientos son en general de leves a regulares, dominando los de direcciones este y sureste. Los temporales (vientos de velocidad mayor a 62 kilómetros por hora) suelen ser frecuentes desde el sureste (Sudestada) y suroeste (Pampero).

La hidrología

Las aguas fluviales provienen principalmente de los aportes de los ríos Uruguay y Paraná y sus afluentes, que en total descargan 22.000 metros cúbicos por segundo (m³/s). Dado el tamaño del río de la Plata, ese volumen se derrama sobre toda su superficie prácticamente sin afectar el nivel de sus aguas. La carga de sedimentos es de 79.800.000 toneladas anuales.

Además deben considerarse los ríos y arroyos que desaguan directamente en el río de la Plata sin pasar por el Paraná o el Uruguay, como el Luján, el Riachuelo-Matanza, los diversos arroyos que existen entre la ciudad de Buenos Aires y Punta Piedras, y los ríos Samborombón y Salado, en la bahía Samborombón (Figura 1). Del lado



Figura 2. Imagen satelital del río, el cual se diferencia del mar adyacente por el color de sus aguas, que marcan con toda precisión la zona de influencia fluvio-estuarina.

LOS NÚMEROS DEL RÍO

Longitud: 323 kilómetros *Ancho:* 35 - 221 km
Superficie: 35.000 km² *Profundidad media:* 6 metros
Profundidad máxima: 20 metros en desembocadura

Mareas *Altura media:* 0,46 - 0,52 metros *Alturas extremas:* -0,08 - 0,67 metros
Velocidad de la onda de marea: 0,70 a 1,1 m/s (metros por segundo)

Mareas eólicas *hasta 3,88 metros por encima de los niveles medios (Sudestada)*
>4 metros por debajo de los niveles medios (Pampero)

Olas *Altura media:* 0,31 metros

Descarga de aguas fluviales en el río de la Plata

Total: 22.000 m³/s
(metros cúbicos por segundo)

<i>Río Uruguay</i>	6.000 m ³ /s
<i>Río Paraná</i>	16.000 m ³ /s

Carga de sedimentos

79,8 millones de toneladas/año

10% de esa carga es arena y limo de fondo
90% son arcillas en suspensión

de la costa uruguaya hay también cursos menores.

Por su parte, las aguas marinas ingresan al río por acción de las olas y mareas. Las olas son de pequeña altura (0,31 metros en promedio) y en parte pueden ser generadas en el mismo río por efecto del viento. Las mareas en cambio no son originadas en el propio río (su escasa profundidad no lo permite) sino que ingresan a él totalmente desde el ambiente oceánico, propagándose con velocidad variable entre 0,70 a 1,1 m/s. La altura media de la onda de marea y los valores extremos - ver recuadro «*Los números del río de la Plata*» - le dan al ambiente un carácter micromareal (se clasifican como micromareales las áreas costeras con diferencias menores a 2 metros en la altura de marea).

Sin embargo, los vientos fuertes del sur-sureste (Sudestadas) aumentan notablemente la altura del agua («mareas eólicas») mientras que vientos del norte o del oeste (Pampero) producen el efecto inverso y el nivel de las aguas puede descender muy por debajo del nivel medio. El régimen mareal es de desigualdades diurnas, por presentar dos pleamares y dos bajamares diarias de diferentes alturas.

La interacción entre las descargas fluviales, las olas y las mareas produce diferentes condiciones en el río, dominando las primeras en el río interior y las dos últimas en el exterior.

Las descargas fluviales (corrientes de derrame) y las corrientes generadas por las mareas distribuyen los sedimentos de fondo y contribuyen a modelar el lecho del río. También actúan

AMBIENTES DE LA UNIDAD GEOLÓGICA RÍO DE LA PLATA

Superficie total: 58.900 km²

Extensión: alrededor de 740 kilómetros desde Diamante (Entre Ríos) hasta la desembocadura del río de la Plata en la plataforma submarina

Superficie de los ambientes que constituyen la unidad geológica Río de la Plata

<i>Río de la Plata:</i>	35.000 km ²
<i>Delta del Paraná:</i>	2.700 km ²
<i>Llanuras del sur y suroeste de Entre Ríos:</i>	17.500 km ² (extensión: 415 km)
<i>Llanura costera sur del río de la Plata -incluye la bahía Samborombón:</i>	3.700 km ²

las corrientes litorales inducidas por las olas, que en condiciones favorables provocan un desplazamiento de sedimentos (deriva litoral) en sentido contrario al generado por las corrientes de derrame.

En el delta y sus regiones vecinas, el régimen hidrológico está asociado a la interacción entre el flujo del río Paraná y los vientos que afectan al río de la Plata, provocando inundaciones temporales de las áreas bajas. Algunas de ellas son extraordinarias por el fenómeno de El Niño, que produce copiosas lluvias en las cabeceras de la cuenca del Plata con el consiguiente incremento en el caudal de los ríos.

¿Un río sólo de agua dulce?

El ingreso de aguas marinas causa un efecto fundamental en la salinidad de las aguas del río de la Plata. El sector exterior del río tiene alta salinidad, llegando a 33 partes por mil (33 ‰) en su desembocadura. Existe una zona donde se produce el cambio más brusco de salinidad pasando muy rápidamente de 0,5 a 5 ‰, denominada Zona de Máximo Gradiente Salino, cuya posición varía dependiendo de la interacción entre las descargas fluviales, las mareas y el viento. Allí, las arcillas transportadas en suspensión por las aguas del río adquieren una alta concentración, lo que le da al agua un aspecto turbio, formándose la llamada Zona de Máxima Turbidez. Esas arcillas, al ser afectadas por el medio salino, sufren el proceso físico-químico de floculación que provoca su depositación en el lecho del río, formándose así un depósito arcilloso de fondo que configura una barra. La misma, denominada Barra del Indio (Figura 1), marca el límite sedimentológico entre el río y el mar, que se extiende aproximadamente entre punta Piedras (Argentina) y Montevideo (Uruguay), el cual se ve muy bien por el contraste de color de las aguas (Figura 2).

INVESTIGACIONES

La región ha sido estudiada desde diversos aspectos científicos ya desde el siglo XIX, de manera que a través del tiempo se fue sumando gran cantidad de información. Son de destacar los trabajos pioneros de Ameghino (1880), Roveretto (1911) y Groeber (1961), por nombrar sólo tres de los dedicados al río de la Plata y su entorno; además están los trabajos más regionales de Frenguelli (1950) y de otros naturalistas de la época.

A partir de la década de 1960 con los trabajos de Urien (ej.: Urien y Ewing, 1974 y referencias allí citadas) comenzaron a llevarse a cabo, de manera sistemática, estudios más detallados realizados con herramientas aptas para la investigación en el medio ácuo. La integración de toda esa información con la de ámbitos vecinos, basada en nuevos conceptos de interpretación y correlación geológica, permitió obtener en las últimas dos décadas (trabajos de Parker y colaboradores, ver lista bibliográfica completa en Violante y Parker, 2000 y Cavallotto y Violante, 2005) un cuadro evolutivo con los procesos que condicionaron la configuración actual de la región. Además de los estudios geológicos, existen otros de carácter ambiental, sobre aspectos estructurales y funcionales de la vegetación y de la fauna y sobre los efectos de la actividad humana en el medio natural. Entre estos se destaca la primera zonificación ecológica del ámbito deltaico, que identificó unidades de paisaje con diferente estructura y funcionamiento y estudió aspectos faunísticos y florísticos sobre la base del concepto de «humedales» (Malvárez, 1999 y posteriores trabajos de sus colaboradores).

¿CUÁNTOS SIGNIFICADOS TIENE EL NOMBRE «RÍO DE LA PLATA»?

Desde el punto de vista geográfico e hídrico es fácil comprender el alcance del nombre «río de la Plata». Sin embargo, desde la perspectiva geológica, el término es mucho más amplio, ya que además de las costas, el entorno y la masa de agua que circula por la cuenca, incluye los sedimentos del fondo como así también el conjunto de los diferentes sistemas fluvio-estuariños similares al presente que evolucionaron en el pasado geológico y que están enterrados en su subsuelo. Por esta razón es que cuando se utiliza la denominación desde el punto de vista geológico, conviene hacerlo como «Río de la Plata», con la palabra «Río» escrita con mayúscula.

Esta denominación geológica comprende el conjunto de geofomas genéticamente relacionadas entre sí, que incluyen el delta del Paraná (con sus ambientes, uno subaéreo que constituye el delta propiamente dicho y otro subácuo que conforma el fondo del río), como así también las llanuras costeras del noreste de la provincia de Buenos Aires, las llanuras del sur de Entre Ríos, reducidas áreas del suroeste de Uru-

guay y los cauces inferiores de los ríos Paraná y Uruguay que corren sobre antiguos sedimentos estuáricos (Figura 1), además de los registros de las etapas evolutivas previas a la configuración actual.

Como queda dicho, el río y el delta son dos elementos geográficos que no solamente están estrechamente vinculados genéticamente entre sí sino que además están superpuestos en el espacio, de manera que no pueden ser considerados separadamente ni comprender a uno de ellos sin tener en cuenta al otro. Formalmente, la literatura científica define al río de la Plata y su entorno como un estuario sobre el cual evoluciona un delta.

DOS COSTAS MUY DIFERENTES

El río de la Plata (Figura 1) se ubica en la zona de transición entre dos estructuras geológicas mayores de Sudamérica: el Cratón del Río de la Plata (en la costa uruguaya) y la región pampeana (en la costa bonaerense), cada una con características morfológicas propias. Por lo tanto, las áreas costeras del río, en cada uno de esos ámbitos, tienen diferentes configuraciones.

La costa noreste (Uruguay) tiene lomadas bajas en las que afloran rocas ígneas y metamórficas del basamento precámbrico del Cratón del Río de la Plata, así como secuencias sedimentarias post-cretácicas. Solamente en reducidas franjas de la costa hay pequeñas llanuras costeras con ambientes litorales formados en el Holoceno (ver «Ubicándose en el Tiempo», al final del capítulo).

En cambio, la costa suroeste (Argentina) está caracterizada por muy amplias llanuras costeras de bajo relieve, ubicadas por debajo de la cota de 5 metros, las cuales fueron significativamente afectadas por las fluctuaciones del nivel del mar del Plioceno-Cuaternario y particularmente por la ingresión postglacial. De manera que, durante el Holoceno, allí se desarrollaron extensos ambientes litorales de hasta 75 kilómetros de ancho, formados por llanuras de mareas, por antiguos cordones de playas -hoy desconectados de la costa actual- y por las extensas playas y los médanos actuales.

LAS FORMAS DEL PAISAJE MODELADAS POR LOS PROCESOS FLUVIALES Y MARINOS

El Río de la Plata como unidad geológica comprende tanto *geoformas emergidas* como *sumergidas* (Figura 1).

Las *geoformas emergidas* incluyen las llanuras costeras bonaerenses, las llanuras del sur de Entre Ríos y el delta subaéreo del Paraná.

La llanura costera bonaerense abarca la franja que se extiende entre la cota de 5 metros y el nivel del mar, desde la Ciudad de Buenos Aires hasta el extremo sur de la bahía Samborombón (Figuras 1 y 2). Esta franja constituye el ámbito que fue afectado por los ascensos y descensos del nivel del mar del Plioceno-Cuaternario. Por sus características topográficas, se diferencia un sector con cotas cercanas a los 5 metros, donde se destacan los sistemas de cordones de conchillas (Figura 1 y Fotografías 1 y 2), y otro sector de carác-



Fotografía 1. Vista panorámica de los cordones litorales de conchillas del margen sur del río de la Plata (arroyo San Felipe, inmediatamente al norte de punta Piedras). Se observa el escalonamiento de los mismos en dirección al río, así como su cobertura por bosques de tala, a diferencia de los bajos entre cordones con vegetación baja. La edad de estos cordones disminuye hacia el río a partir del más antiguo, que data de 6.000 años atrás. Fotografía tomada desde la ruta 11 hacia el noreste.



Fotografía 2. Afloramiento de cordón litoral de conchillas de 3.000 años de antigüedad en la llanura costera al sur de Punta Indio. Se observa la estructura interna del cordón.



Fotografía 4. Rasgos fuertemente erosivos en Punta Indio. Se ven restos de construcciones volcadas en el agua y árboles que quedaron semisumergidos.

ter deprimido y ocupado en su mayor parte por bañados, donde predominan cotas inferiores a los 2,5 metros. El borde interior de la llanura costera (hacia el continente) está delineado por un desnivel del terreno que da lugar hacia el oeste a zonas elevadas con cotas cercanas a los 10 metros labradas en sedimentos continentales del Plioceno y Pleistoceno. La línea de costa (Fotografía 3) está caracterizada en algunos sitios, entre La Plata y punta Piedras, por rasgos erosivos que demuestran procesos recientes de leve retroceso de la costa, con el caso extremo evidenciado en el pueblo de Punta Indio por la forma en que está siendo destruido el litoral urbano (Fotografías 4 y 5).

La llanura del sur de Entre Ríos es un ámbito hoy alejado del río de la Plata y desconectado de él. Pero en épocas geológicas pasadas, cuando el nivel del mar era más alto que el actual, y antes que se formara el delta del Paraná, este sector constituía las llanuras costeras del antiguo estuario (Figura 1). El relieve presenta una sucesión de formas desarrolladas en cotas



Fotografía 3. Línea de costa del margen sur del río de la Plata, en las adyacencias de punta Piedras. Se ven pequeños acantilados de erosión reciente.



Fotografía 5. Antiguo Hotel Argentino de Punta Indio, totalmente destruido después del abandono que sufrió al ser afectado su predio por la erosión costera.



Fotografía 6. Canal de mareas de la llanura del sur entrerriano, con vegetación acuática arraigada. Al fondo se observan bosques de algarrobos y espinillos. Fotografía por Jorge Merler.

que van desde los 11 a los 2 metros sobre el nivel del mar: llanuras de mareas (Fotografía 6), cordones litorales asociados a médanos (Fotografía 7) y antiguas playas estuáricas (Fotografía 8). A ellas deben agregarse formas de carácter aluvial desarrolladas al norte de la localidad de Diamante (Figura 3).

El delta subaéreo comprende las islas formadas en la desembocadura del río Paraná por el enorme aporte de los sedimentos del río; es el delta propiamente dicho por todos conocido (Figuras 2 y 3, Fotografía 9) cuyas cotas están entre los 2 metros y el nivel del mar. Como se



Fotografía 7. Vista aérea oblicua de los cordones medanosos de la isla Ibicuy, Entre Ríos. Fotografía por Jorge Merler.



Fotografía 8. Vista aérea oblicua de las antiguas líneas de playas en la llanura sur de Entre Ríos. Fotografía por Jorge Merler.



Fotografía 9. Vista aérea oblicua del frente del Delta del Paraná. Se observan plantaciones forestales y pajonales. Fotografía por Jorge Merler.

verá inmediatamente, el delta del Paraná está formado también por formas subácueas que integran el lecho del río de la Plata.

Las *geoformas sumergidas* comprenden a aquellas propias del delta subácueo y las del sector de plataforma interior ubicado en la desembocadura del río.

El **delta subácueo** está compuesto por bancos y canales que se extienden en el fondo del río desde el frente del delta subaéreo (Figura 1). Es el sector sumergido del delta, cuyos bancos podrán emerger y adosarse al delta subaéreo cuando los sedimentos que se depositan empiecen a hacerlo por encima del nivel del agua. En la actualidad los canales son las vías por donde el agua del río fluye con más fuerza. El sitio más alejado al cual llegan los sedimentos transportados por el río constituye el «prodelta»; allí se forma la Barra del Indio (Figura 1).

Agua afuera de la Barra del Indio se extiende un ambiente que queda incluido en el río de la Plata (teniendo en cuenta su límite «político», la línea punta Rasa-Punta del Este). No obstante, por sus características geológicas, este ambiente forma parte de la **plataforma continental** (Figuras 1 y 2). Este ámbito, que com-

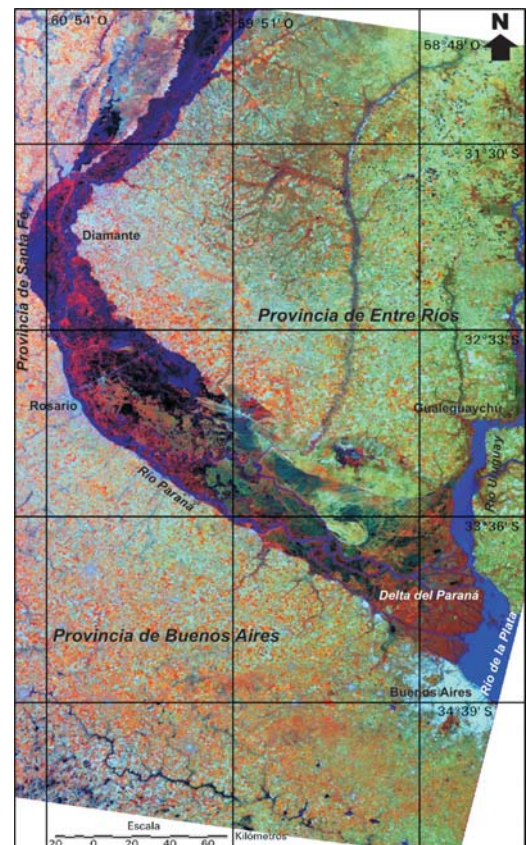


Figura 3. Imagen satelital de la región del delta del Paraná y de los sectores internos y medios del río.

prende la parte central de la bahía Samborombón, está formado por arenas originadas en la franja costera del océano Atlántico sin ninguna participación de sedimentos fluviales. Sin embargo, en las costas de Samborombón aún se mantiene la influencia de las aguas fluviales y de sus sedimentos (Figuras 1 y 2), desarrollándose allí costas bajas arcillosas (Fotografía 10) que terminan en la punta arenosa de punta Rasa (Fotografía 11).

Entre las geofomas sumergidas en el fondo del río se encuentran aquellas constituidas por



Fotografía 10. Costa en la zona interior de la bahía Samborombón, unos 45 kilómetros al noroeste de punta Rasa.



Fotografía 11. Vista de punta Rasa y el extremo sureste de la bahía Samborombón, tomada desde el faro San Antonio hacia el norte. Se ve en primer plano (inmediatamente detrás de los árboles) la zona intermareal de la bahía con sus bancos y canales, y hacia el fondo a la derecha, la barra arenosa con playas y médanos de punta Rasa.



Fotografía 12. Afloramientos de sedimentos pampeanos en las playas de las inmediaciones de Punta Indio.

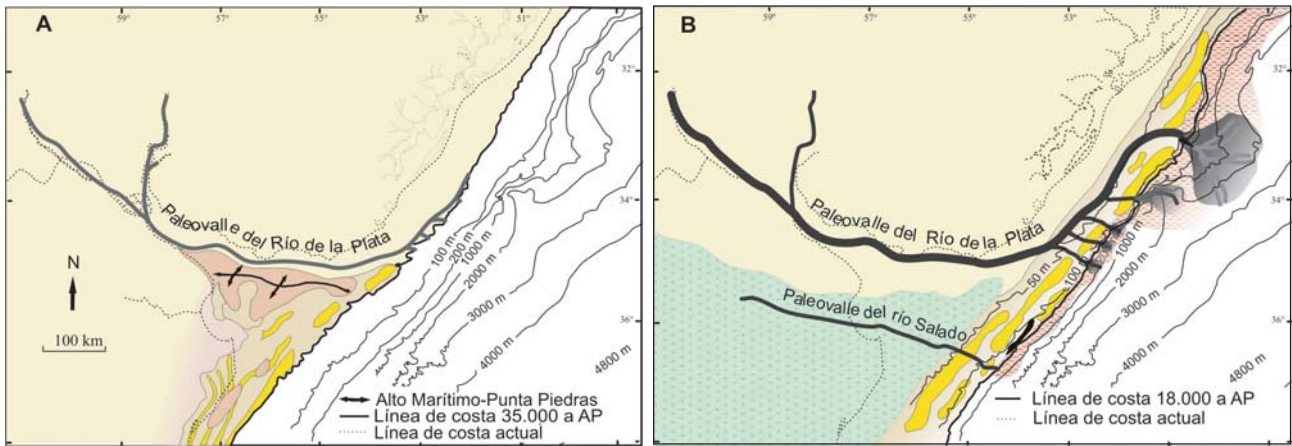
afloramientos de sedimentos continentales consolidados del Plio-Pleistoceno, y otras formadas por rocas precámbricas. Sobre ambos están labrados los rasgos actuales del relieve. Los sedimentos continentales del Plio-Pleistoceno (loess pampeanos) forman los fondos duros en el lecho del río y las restingas en la costa argentina, en las adyacencias de Olivos y punta Piedras (Fotografía 12). Las rocas precámbricas aparecen como islas e islotes a lo largo de la costa uruguaya y aún como afloramientos sumergidos que pueden ofrecer peligros para la navegación. Sin duda, la isla más importante del río constituida por un afloramiento de rocas precámbricas es Martín García.

Un rasgo que debe mencionarse, aunque se encuentra enterrado en el subsuelo, es el cauce por el cual corría el río antes del presente. Como se expresó anteriormente, el río de la Plata actual evolucionó sobre antiguos sistemas semejantes, cuyos registros están preservados en los sedimentos de su subsuelo. Uno de los rasgos más notables de esa evolución previa es un profundo cauce de hasta 40 metros de profundidad, hoy relleno completamente por sedimentos. El mismo tiene un rumbo general este-oeste y se halla recostado sobre la costa argentina hasta la altura de Punta Indio, y luego cruza hacia las costas del Uruguay y sur de Brasil, como se describirá más adelante. Por ese cauce corrió el río a principios del Holoceno, cuando el nivel del mar se situaba muy por debajo de su posición actual.

LA HISTORIA DEL RÍO Y DE LOS RÍOS QUE LO PRECEDIERON

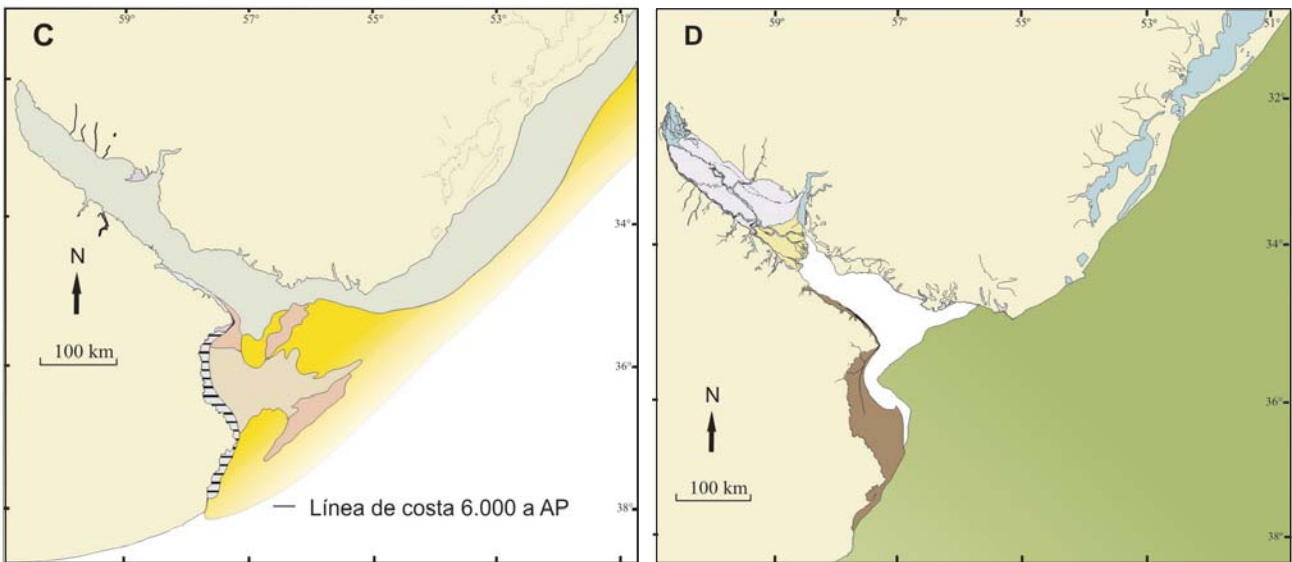
Si bien el río con su configuración actual data del Holoceno (menos de 6.000 años de antigüedad), hay evidencias en su subsuelo de que fue precedido desde el Plioceno (unos 2,5 millones de años) por ríos más antiguos de características semejantes. Pero mucho más atrás en el tiempo, existieron allí otros sistemas fluviales tan antiguos que constituían sistemas hidrográficos totalmente diferentes al actual.

Un primitivo río corría por esta región cuando Sudamérica comenzó a tener entidad propia inmediatamente después de la separación de los continentes, más de 100 millones de años atrás (era Mesozoica). En esa etapa, una gran depresión semicerrada que ocupaba el noreste de Argentina y el sur de Brasil se hundió hacia el suroeste y sus aguas interiores comenzaron a



A) Entre 120.000 y 18/20.000 años AP (antes del presente): Debido al descenso del nivel del mar causado por la última glaciación, el valle del Río de la Plata fue excavado y se extendió dentro de los ambientes actuales de la plataforma continental. Por allí fluían las aguas que venían del sistema Paraná-Uruguay, las cuales quedaban separadas del ambiente marino por una saliente o promontorio costero.

B) Aproximadamente 18/20.000 años AP: En este intervalo se produjo el mayor descenso relativo del nivel del mar y consecuentemente el máximo retroceso del mar (regresión marina), por lo que gran parte de la plataforma submarina estaba emergida. En ese momento el río de la Plata transportaba una considerable cantidad de carga sólida que fue depositada en forma de deltas sobre el actual borde de la plataforma, mientras que hacia el talud se depositaba el fango que formaba los prodeltas.



C) Entre los 18-20.000 y los 6.000 años AP: Sobrevino la etapa postglacial, y el consecuente ascenso del nivel del mar dio origen a la transgresión holocena (Ver "Ubicándose en el tiempo" al final del capítulo). El valle del río se relleno, principalmente, con depósitos arcillosos de la interfase agua dulce-agua salada. En la plataforma algunos ambientes costeros se inundaron y la erosión marina formó pequeños acantilados e hizo retroceder la línea de costa.

D) Entre 6.000 años AP y el presente: La etapa final de la transgresión llevó la línea de costa a su máximo retroceso y a partir de ese momento el mar comenzó a descender hasta la posición actual (véase también figura 1).

- Depósitos preholocenos
- Plataforma de abrasión (labrada en depósitos preholocenos)
- Barreras litorales antiguas (pre-máximo transgresivo holoceno)
- Médanos asociados a barreras antiguas
- Lagunas litorales asociadas a barreras antiguas
- Deltas antiguos del borde de la plataforma
- Prodeltas antiguos
- Marismas y lagunas asociadas a barreras antiguas
- Llanuras de mareas del Holoceno superior
- Llanura costera antigua (predeltaica) en cabeceras del estuario
- Llanura costera actual con cordones de playa del Holoceno superior
- Estuario
- Plataforma
- Delta subaéreo
- Delta subcúneo
- Depósitos fluviales y lagunares

Figura 4. Evolución de la región durante los últimos 120.000 años, modificado de Cavallotto y Violante (2005).

canalizarse a través de la llamada cuenca de Punta del Este, situada en el sur de Uruguay, la que habría alojado a un ancestral río Paraná.

La transgresión marina del Mioceno (mar Paranense) invadió la región hace unos 17-15 millones de años atrás, y cuando el mar se retiró todo el sistema fluvial se reactivó y comenzó a bosquejar su actual red de drenaje.

La moderna historia evolutiva del Río de la Plata comenzó hace unos 3,3 millones de años, luego del retroceso del mar Paranense, favorecido por el ascenso de la cordillera de los Andes, lo que constituyó un evento trascendental en la historia geológica de la región. A partir de ese momento las intrusiones marinas que se sucedieron no pudieron invadir profundamente el con-

tinente, que ya estaba demasiado sobreelevado, por lo que sólo tuvieron influencia en el tramo inferior del río Paraná y en la franja litoral más baja, sin exceder las actuales llanuras costeras. Con posterioridad al retiro de ese mar se formaron grandes sistemas fluviales en todo el noreste bonaerense y parte de las provincias del Litoral, mientras en la plataforma continental seguían prevaleciendo condiciones marinas. Tales sistemas transportaron y depositaron los sedimentos que actualmente constituyen la Formación Puelches (ver recuadro).

Comenzó luego un período climático árido, durante el cual se depositaron principalmente los sedimentos continentales denominados «Pampeanos». Paralelamente ya se estaban esbozando las condiciones climáticas frías extremas que llevarían al inicio de las glaciaciones.

Por ese entonces el antiguo río Paraná corría directamente hacia el sur en dirección al actual río Salado en el centro de la provincia de Buenos Aires, el cual constituía un importante curso fluvial que transportaba al mar los desahües de gran parte del sector central de la cordillera de los Andes. Pero hace unos 2,9 millones de años la desembocadura de ese río Paraná se colmató por el inmenso aporte sedimentario, obligando a las aguas fluviales a migrar progresivamente hacia un cauce marginal que fluía por lo que es hoy el río Uruguay, el cual rodeaba la costa sur uruguaya desaguando hacia el noreste en dirección al actual sur del Brasil.

De esta manera quedó instalada una divisoria de aguas entre la parte central de la cuenca del Salado y la nueva cuenca marginal formada por los ríos Paraná y Uruguay que fluían hacia una misma cuenca, la que constituía el primitivo sistema del Río de la Plata con condiciones ambientales semejantes a las actuales. De acuerdo a las dataciones realizadas, el origen de ese sistema fluvial se remonta a 2,4 millones de años.

A partir de entonces, hubo sucesivas intrusiones marinas que ocurrieron como respuesta a los cambios climáticos -alternancias de épocas cálidas (interglaciales) y frías (glaciaciones). Durante las etapas de niveles del mar más altos, las intrusiones penetraron profundamente a través del río pero quedaron confinadas a su cauce, donde actualmente pueden encontrarse relictos de algunos de los depósitos así formados. El último de tales depósitos acumulados en esas etapas se originó hace 120.000 años y a partir de ahí el nivel del mar comenzó a bajar nuevamente hasta instalarse, hace 18.000 años, unos 120 metros por debajo de su posición presente.

FORMACIÓN PUELCHES

La Formación Puelches es una unidad geológica extendida en el subsuelo de la provincia de Santa Fe, de la región norte de la provincia de Buenos Aires, de la franja oriental de Chaco, y también del subsuelo de una parte de Córdoba. Su importancia radica en que constituye el acuífero más importante de la región, que abastece de agua a una enorme cantidad de población.

Se halla a profundidades de pocos metros en la zona del delta del Paraná, 25/30 metros en el conurbano bonaerense y hasta unos 120 metros en la cuenca del Salado. Su composición es de arenas cuarzosas de tamaño mediano a fino, permeables, aunque también contiene niveles de sedimentos limosos a arcillosos, y su color es castaño amarillento a blanquecino.

Su origen se vincula con el desarrollo de primitivos y extensos ríos que ocuparon amplias áreas de la llanura pampeana y chaco-paranense hace unos 2 a 3 millones de años. Las aguas dulces acumuladas dentro de ese paquete arenoso, principalmente por infiltración de las lluvias a través del tiempo, son de calidad y potabilidad apta para el consumo humano (aunque en los últimos años se han registrado problemas de contaminación). Son utilizadas desde el siglo XIX, pero su explotación masiva se inició en las décadas de 1930/1940.

En ese momento la plataforma submarina quedó totalmente emergida y expuesta a los procesos subaéreos y presentaba la configuración y geografía de la actual región pampeana.

La figura 4A representa una instantánea con la probable representación geográfica de hace unos 35.000 años, y la figura 4B la situación existente al concluir la etapa regresiva hace 18 a 20.000 años.

Hace 18.000 años, el cambio de clima hacia condiciones más templadas fue llevando a la finalización de la era glacial y a la transición a las condiciones actuales. Ocurrió entonces la última ingresión marina, la cual comenzó a penetrar en la cuenca formando un amplio ámbito estuárico que avanzó sobre el continente a medida que el nivel del mar subía. Éste llegó a su máxima posición (unos 6 metros por encima del actual si se incluye el efecto de las mareas) hace 6.000 años (Figura 4C) y para ese entonces ya estaba instalado un clima más cálido que el presente (óptimo climático). Comenzó luego un nuevo y leve enfriamiento global; el mar comenzó a descender hacia su posición actual, y el río y sus ambientes vinculados adquirieron progresivamente su configuración presente.

Cómo se formaron los rasgos actuales del río

Ese último descenso del mar estuvo acompañado por una fuerte progradación costera a medida que la línea de costa le ganaba terreno

al ambiente marino, donde se desarrollaron formas de relieve de orden menor tales como sistemas de cordones litorales escalonados a niveles topográficos diferentes, llanuras de mareas y playas.

Esta evolución estuvo condicionada por la presencia de dos formas del relieve antiguas (preholocenas) que constituían extensiones del continente proyectadas hacia el río y el mar, como las paleopuntas Gualeguaychú y Piedras (Figuras 1 y 4C).

- *A partir de los 6.000 años antes del presente (AP), con el mar en su máximo nivel*, comenzaron a desarrollarse pequeños deltas en la boca de los arroyos entrerrianos que desembocaban en el Paraná como consecuencia de un incremento importante en las precipitaciones, propio del óptimo climático, que habrían aumentado el caudal de los ríos y el aporte sedimentario. Al mismo tiempo, la deriva litoral en los ambientes costeros más abiertos indujo que actuaran corrientes costeras en direcciones opuestas alrededor de las paleopuntas.
- *Así, hace aproximadamente 5500 años, mientras el nivel del mar oscilaba en los 5 metros*, se formó una llanura costera con cordones litorales al oeste de la paleopunta Gualeguaychú y dos llanuras costeras alrededor de punta Piedras (Figura 4D). Los cordones litorales quedaron expuestos a la acción de las olas y corrientes costeras y al mismo tiempo aislaron ambientes semiprotectidos, de baja energía y reducida dinámica sedimentaria, los que actuaron como llanuras de mareas. Esta evolución duró unos dos mil años, hasta que las condiciones cambiaron.
- *Hace 3.500 años* se instaló un régimen climático semiárido con disminución en el régimen de precipitaciones, lo que desactivó el crecimiento de los pequeños deltas y favoreció la formación de médanos sobre los cordones litorales del sur de Entre Ríos.
- *A partir de los 3.000 años AP, el mar ya estaba en un nivel inferior a 3 metros por encima del actual* y el alejamiento progresivo de la línea de costa que se corría hacia la desembocadura del río de la Plata, hizo que los cordones litorales formados previamente dejaran su lugar a playas de sedimentos finos, que fueron evolucionando hasta que el nivel del mar bajó a dos metros por encima del actual.

- *Aproximadamente hace 1.770 años*, y probablemente por un aumento del caudal del río Paraná asociado a un nuevo incremento del régimen de lluvias, el aporte de sedimentos fluviales hacia el río de la Plata fue tan importante que comenzó a formarse el delta del Paraná, desactivando definitivamente la influencia estuárica en las llanuras del sur de Entre Ríos. Al mismo tiempo, la zona de encuentro agua dulce-agua salada (Zona de Máximo Gradiente Salino) se movió rápidamente hacia la desembocadura del Plata, formando el ámbito estuárico que hoy caracteriza a la región, en cuyo fondo evolucionan los ambientes sumergidos del delta.

ASPECTOS DE LA BIODIVERSIDAD DE LA REGIÓN

La llanura costera bonaerense, la llanura del sur entrerriano, la llanura de inundación del Paraná y el delta presentan en conjunto características biogeográficas y ecológicas particulares, las cuales están condicionadas por la historia geológica y climática.

Existen varios factores que diferencian a esta región de su entorno y que determinan, a su vez, su alta diversidad biológica y ecológica. El régimen climático explica en parte el ingreso e instalación de especies de origen subtropical (chaqueño y paranense) que penetran a través de los ríos Paraná y Uruguay, las cuales comienzan a coexistir con otras provenientes de las vecinas llanuras pampeana y mesopotámica, de clima templado. Sin embargo, el clima tiene una relativa homogeneidad en toda su extensión y no contribuye mayormente a su diferenciación interna. En cambio, el régimen hidrológico y los procesos geomorfológicos actuales y del pasado reciente son los responsables de la génesis de los distintos paisajes, que conforman un rico mosaico de humedales dulceacuícolas.

Los humedales de esta región brindan una singular variedad de ambientes que promueven la alta diversidad biológica. Debido a la génesis relativamente reciente de sus patrones de paisaje y a la ausencia de barreras geográficas para la dispersión, la región casi no presenta endemismos. Las isletas de bosque de algarrobo (*Prosopis nigra*) y espinillo (*Acacia caven*) de las cercanías de la localidad de Ceibas, los espinillares de los cordones arenosos de los alrededores del río Paranacito y los talaes (*Celtis tala*) en los cordones de conchilla (Fotografía 1)

presentes en la llanura costera bonaerense, son fiel ejemplo de la colonización y desarrollo de especies chaqueñas. Por el contrario, las especies de origen paranaense ingresan en su mayoría por el río Uruguay y se encuentran fundamentalmente en la porción costera de este río y en las islas deltaicas de la porción terminal de la región. La influencia del río Uruguay y la acción de las mareas del río de la Plata determinan una oferta hídrica más uniforme a lo largo del año en comparación con el régimen estacional de inundación-seca del río Paraná. Esto favorece una mayor diversidad de la vegetación, situación que alcanza su máxima expresión en la selva en galería o «Monte Blanco» de los albardones de las islas. Especies como la palmera pindó (*Arecastrum romanzoffianum*), el ingá (*Inga uruguayensis*), o el anacahuita (*Blepharocalyx tweediei*), entre otras, se destacan en esta formación de la cual, hoy día, sólo quedan unos pocos relictos.

Como complemento de los bosques, una gran superficie del área presenta mosaicos de comunidades herbáceas sometidas a condiciones de anegamiento prolongado. Los pajonales de paja brava (*Scirpus giganteus*) (Fotografía 13), los juncales (*Schaenoplectus californicus*) o las praderas de catay y los verdolagales conforman comunidades ampliamente distribuidas. Estos ambientes son de difícil acceso y tránsito por la altura y densidad de la vegetación y el anegamiento del suelo. Esas comunidades juegan un importante papel como amortiguadores de los excedentes hídricos provocados por las crecientes de los ríos y tienen una elevada tasa de fijación de carbono. Según Pratolongo (2005) los pajonales de paja brava, que ocupan cerca del 40% de la superficie de las islas, producen aproximadamente entre 1.000 y 1.800 gramos por metro cuadrado por año ($\text{g}/\text{m}^2/\text{año}$) de materia orgánica; los juncales, que ocupan otro tanto de la superficie, producen entre 1.300 y 2.000 $\text{g}/\text{m}^2/\text{año}$. En la llanura del sur de Entre Ríos, en cambio, donde predomina la acción fluvial, existe un importante desarrollo de pastizales en los cuales se realiza una intensa actividad ganadera.

La alta variedad de parches de vegetación brinda una elevada oferta de hábitat para las especies de fauna silvestre. A diferencia de la vegetación, que se asocia en términos de especies o de grupos funcionales a ambientes particulares, el hábitat para la fauna está generalmente conformado por una combinación de ambientes que satisfacen sus requerimientos bási-



Fotografía 13. Pajonales de paja brava de la zona del Delta del Paraná. Fotografía por Jorge Merler.

cos de alimentación, reproducción, refugio y descanso. Mamíferos típicos de ambientes de humedal, como el carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y la falsa nutria o coipo (*Myocastor coypus*), suelen encontrarse en casi toda la región por ser adaptables a diferentes hábitats. En el extremo opuesto, especies típicas de ambientes terrestres como las vizcachas (*Lagidium maximus*) y los tuco-tucos (*Ctenomys rionegrensis*) sólo están presentes en los sitios no afectados por las inundaciones regulares de los grandes ríos al norte de Ceibas y en los cordones medanosos cercanos a las localidades de Médanos e Ibicuy.

La mano del hombre

Si bien en esta amplia región el paisaje aún conserva su magnificencia y su alta diversidad biológica, tanto en términos de vegetación como de fauna silvestre, en la actualidad se encuentra en muchos casos amenazada, principalmente por el desarrollo de actividades que no contemplan el sostenimiento de las funciones del humedal con sus ciclos hidrológicos, los cuales a su vez son regulados mediante canales y diques. De esta manera se fuerza al ecosistema a comportarse como un ambiente terrestre. En las islas del delta los ambientes naturales son reemplazados por forestaciones de sauces y álamos, plantaciones frutales, cultivos como el mimbre y el formio y por emprendimientos turísticos y recreativos.

La consecuencia más significativa de la sustitución de la cobertura vegetal en esta área es la pérdida casi total del bosque de albardón. Al mismo tiempo se produce un reemplazo de componentes nativos por elementos exóticos que con el paso del tiempo pasan a formar parte del elenco

típico de especies. Esto se observa en los bosques secundarios que crecen en los albardones del delta y también en los bosques de tala de la costa bonaerense, invadidos por ligustro, ligustrina o acacia negra, zarzamoras y madre-selva. En otras áreas la ganadería produce intensos pisoteos que llevan a la degradación de la vegetación y a la compactación e impermeabilización de los suelos. En el caso de la costa bonaerense, la expansión urbana sólo ha dejado relictos aislados de la vegetación natural en muchos casos degradados por la extracción, la instalación de especies invasoras exóticas y los efectos de la contaminación urbana e industrial.

El resultado es una costa empobrecida, con una secuencia de parches aislados que en el mejor de los casos aparecen como pequeñas áreas de conservación (entre otras, Reserva Otamendi, Costanera Sur o Ribera Norte en la ciudad de Buenos Aires).

CONCLUSIONES: UN AMBIENTE FRÁGIL AL QUE HAY QUE CUIDAR

La evolución geológica de la región, influenciada esencialmente por sucesivos ascensos y descensos del nivel del mar bajo variables

climáticas y sedimentarias, ha inducido a un particular contexto ambiental. Por esta razón, y dada la juventud del paisaje, debe considerarse al conjunto de los ambientes vinculados con la historia del río de la Plata y el delta como una unidad geológico-ambiental.

Dicho conjunto está constituido por sistemas sedimentarios de alta dinámica y movilidad - en gran parte permeables - con alta tasa de depositación, ya que los sedimentos que se mueven en ese medio quedan retenidos en el delta y el fondo del río sin llegar al mar.

En consecuencia, todo el ambiente es muy frágil frente a la acción de los procesos naturales y antrópicos que provocan permanentes cambios paisajísticos y ecológicos, algunos de ellos de indudable peligro y efecto dañino tanto para los ecosistemas como para sus recursos naturales y turísticos.

Estas razones son suficientes para que la región deba ser protegida, por lo que su consideración como Sitio de Interés Geológico y Patrimonio a preservar es el primer paso para promover su uso con fines científicos, educativos y culturales, así como para garantizar su conservación, protección y el manejo sustentable de su medio natural y sus recursos.

UBICÁNDOSE EN EL TIEMPO



Escala de tiempo geológico (Millones de años)		Eventos/Unidades Principales
N	Q	
Mioceno	Plioceno	Mar Paranense
	Pleistoceno	Sedimentación en ambiente continental
	Holoceno	Exposición subaérea del ambiente marino-litoral durante las glaciaciones
		Ingresiones marinas marginales durante las etapas interglaciales
		Configuración actual del río de la Plata
		Formación del delta

N: Neógeno, Q: Cuaternario

TRABAJOS CITADOS

- Ameghino, F., 1880. La Formación Pampeana o estudio sobre los terrenos de transporte de la Cuenca del Plata. G.Mason, París, 376 págs.
- Cavallotto, J.L. y Violante, R.A., 2005. Geología y Geomorfología del Río de la Plata. En: Geología de la Provincia de Buenos Aires, Relatorio, XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata: 237-254.
- Frenguelli, J., 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. LEMIT, MOP, La Plata, serie II (33): 72 págs.
- Groeber, P., 1961. Contribución al conocimiento geológico del delta del Paraná y alrededores. Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas, II: 9-53.
- Malvárez, A.I., 1999. El Delta del Paraná como mosaico de humedales. En: Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica, Malvárez, A.I. (Ed.), Oficina Regional de Ciencias y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe, ORCYT, Montevideo, Uruguay: 35-54.
- Pratolongo, P., 2005. Dinámica de comunidades herbáceas del bajo delta del río Paraná sujetas a diferentes regímenes hidrológicos y su monitoreo mediante sensores remotos. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, inédito.
- Roveretto, G., 1911. Studi di Geomorfologia Argentina: il Río de la Plata. Boletín de la Sociedad Geologica Italiana, XXX, Roma.
- Urien, C.M. y Ewing, M., 1974. Recent sediments and environments of Southern Brazil, Uruguay, Buenos Aires and Río Negro Continental Shelf. En: The Geology of Continental Margins, C. Burk y Ch. Drake (Eds.), Springer-Verlag, New York: 157-177.
- Violante, R.A. y Parker, G., 2000. El Holoceno en las regiones costeras y marinas del noreste de la Provincia de Buenos Aires. Revista Asociación Geológica Argentina, 55 (4): 337-351.