

**ORIGEN Y CLASIFICACION DE AMBIENTES LENITICOS
EN LLANURAS ALUVIALES***

Edmundo C. Drago
Instituto Nacional de Limnología
José Maciá 1933 - Santo Tomé (Santa Fe)

RESUMEN

Este trabajo presenta una nueva clasificación de los ambientes leníticos encontrados en las llanuras aluviales. Se destaca la relación existente entre la formación y evolución de las mismas y los cuerpos de agua incluidos en ellas. La clasificación aquí propuesta, basada en la génesis y evolución de los ambientes leníticos, comprende los siguientes tipos de lagunas: 1) de cegamiento, 2) semilunares, 3) semilunares múltiples, 4) de espiras, 5) de albardón, 6) de desborde, 7) de adosamiento, 8) de expansión lateral, 9) por anexión, 10) encadenadas, 11) de confluencia, 12) deltaicas, 13) laterales y 14) pantanos. Los ejemplos gráficos presentados para los distintos tipos han sido seleccionados de fotografías aéreas de las llanuras aluviales pertenecientes a los ríos Paraguay inferior y Paraná medio e inferior.

SUMMARY Origin and classification of lenitic environments
in alluvial plains.

This paper presents a new classification of lenitic water bodies in alluvial plains. The relationship existing between the genesis and evolution of the plains, and the included water bodies is stressed. The proposed genetic and evolutionary classification of lenitic environments describes the following types: 1) obstruction ponds, 2) oxbow ponds, 3) multiple oxbow ponds, 4) meander scroll ponds, 5) levee ponds, 6) overflow ponds, 7) inter-bar ponds, 8) lateral expansion ponds, 9) annexed ponds, 10) concatenated ponds, 11) confluence ponds, 12) deltaic ponds, 13) lateral ponds and 14) swamps. The figures presenting the diverse types of water bodies have been drawn from aerial photographs of the lower Paraguay, and middle and lower Paraná alluvial plains.

* Presentado en la Reunión de Comunicaciones y Trabajos Científicos del 14/XI/1975.

INTRODUCCION

Los mecanismos de erosión y depositación de los ríos pueden dar origen a una gran variedad de ambientes leníticos. Estos cuerpos de agua adquieren gran importancia al considerar los procesos bioprodutivos de los ecosistemas originados por los grandes ríos en sus tramos medios e inferiores. La investigación de estas interacciones lenítico-lóticas constituye un tema de gran interés dentro de la Limnología.

Los estudios geomorfológicos realizados en las llanuras aluviales de los ríos Paraguay inferior y Paraná medio e inferior (IRIONDO, 1972; IRIONDO y DRAGO, 1972; DRAGO, 1973; DRAGO, 1975) han evidenciado la magnitud de la superficie cubierta por los citados ambientes, tanto como su diversidad de formas. Ello ha hecho necesario encarar una clasificación más detallada que las realizadas por ZUMBERGE (1952), HUTCHINSON (1957) y DRAGO (1973).

Los ejemplos citados en la clasificación que se propone, han sido obtenidos en las llanuras aluviales del eje potámico Paraguay-Paraná, desde aproximadamente la ciudad de Asunción (Paraguay) hasta el Río de la Plata.

El trabajo fue realizado utilizando fotos aéreas en escala 1:50.000, 1:10.000 y 1:5.000 relevadas por el Instituto Geográfico Militar, con el apoyo de numerosos vuelos de reconocimiento y campañas personales sobre el terreno.

LLANURAS ALUVIALES

Geomorfológicamente, las llanuras aluviales se encuentran entre las superficies topográficas más dinámicas. Esta cualidad se debe a las interrelaciones entre la dinámica de una serie de procesos que constituyen un sistema fluvial y los ajustes que el mismo hace sobre los caudales sólidos y líquidos que derivan de su cuenca imbrífera.

La definición de llanura aluvial depende del objetivo que se persiga: topográficamente, constituye una superficie relativamente uniforme adyacente al río; geomorfológicamente, es una forma del terreno compuesto de material no consolidado depositado por el río; e hidrológicamente, es una superficie sujeta periódicamente a las inundaciones. Una combinación de estos conceptos posiblemente abarque el criterio esencial para una definición de llanura aluvial (SCHMUDDE, 1968). De acuerdo a lo anterior, podemos definirla como una franja de terreno que acompaña a un río, con una superficie topográficamente uniforme, y que es cubierta total o parcialmente por las aguas durante los períodos de inundación.

La llanura aluvial constituye el fenómeno de depositación más común en un río; no es privativa, como generalmente se cree, de los grandes ríos, sino que también acompaña a muchas corrientes de agua menores (fotos 1 y 2).

La existencia de albardones, lagunas, pantanos, depresiones de diversa extensión y profundidad, que caracterizan a este paisaje, imprimen un microrelieve con desniveles que comprenden desde unos pocos centímetros hasta varios metros en los grandes sistemas fluviales.

La formación de esta superficie más bien compleja es motivada por dos clases de depósitos: a) de bancos, en el cauce del río y b) de inundación, en las riberas y en el interior de la llanura adyacente (LEOPOLD *et al.*, 1964; SCHMUDE, 1968).

A) BANCOS DE CAUCE

Estas acumulaciones, generalmente de arena, pueden clasificarse según su origen y evolución, en dos tipos. Ambos, inciden marcadamente en el origen de algunos cuerpos de agua leníticos.

1) **Bancos de cauce centrales:** Las variaciones en la morfología del lecho, la disminución de la velocidad de las aguas, la existencia previa de otros bancos e islas de cauce, etc., producen focos de sedimentación que se elevan paulatinamente y, en aguas medias, comienzan a presentarse como bancos de cauce. Durante períodos prolongados de aguas bajas, las partes centrales y más altas de estos bancos pueden ser colonizadas por la vegetación, lo que aseguraría su estabilidad y evolución; no obstante, durante grandes crecientes, pueden ser erosionados hasta desaparecer totalmente. Estos bancos e islas pueden originarse en el centro del cauce o próximos a sus riberas; en ambas situaciones, dividen la corriente en varios cauces secundarios. Algunos de éstos pueden ser abandonados, provocando la unión entre las islas o la anexión de éstas a la llanura aluvial adyacente (SCHUMM y LICHTY, 1963; DRAGO, 1973) (foto 3).

2) **Bancos de punta:** Una de las formas más comunes de erosión y depositación se produce en los cauces que presentan meandros. En una serie de éstos, la corriente se aproxima sucesivamente a las riberas derecha e izquierda, describiendo sinuosidades mayores que el eje del lecho aparente y tendiendo a exagerarlas, ya que el punto de mayor velocidad es el de máxima erosión (MORISAWA, 1968). Así, la ribera cóncava se excava cada vez más, mientras que sobre la ribera convexa, la corriente, demasiado lenta para su carga, abandona parte de ésta y origina los bancos de punta (figura 1).

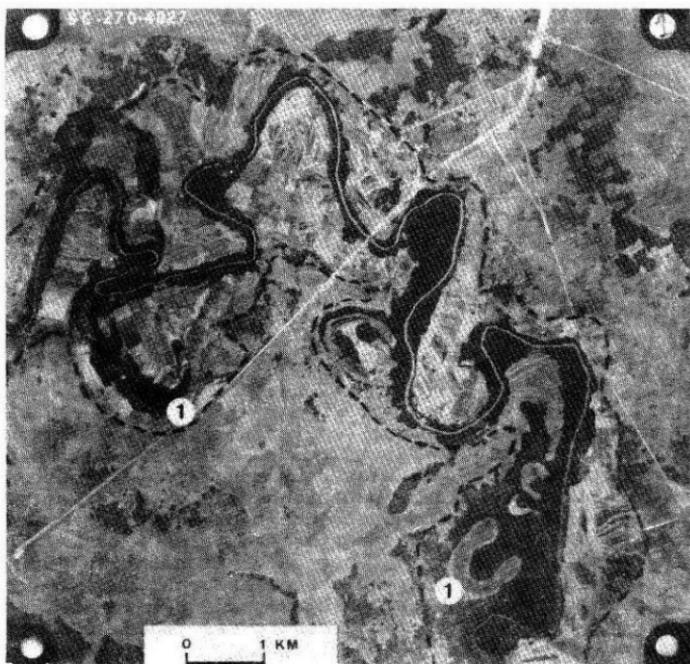


FOTO 1. Riacho Salado, a la altura de la localidad de Colonia Herradura (Prov. de Formosa). La línea quebrada indica los límites de la llanura aluvial; 1: lagunas semilunares.

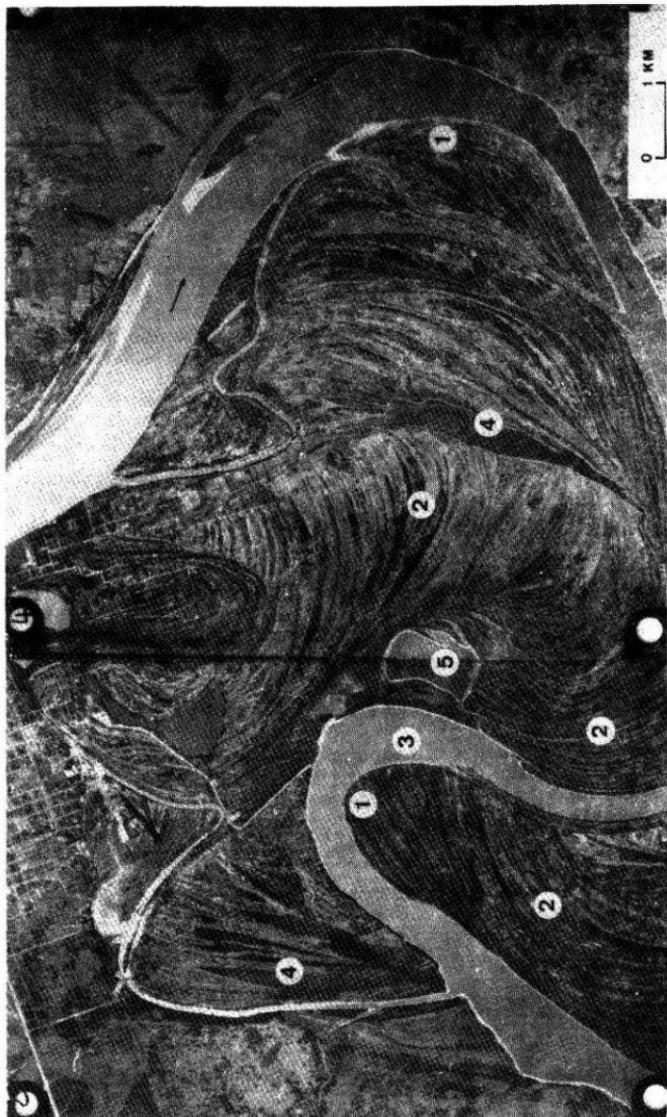


FOTO 2. Llanura aluvial del río Paraguay inferior, aguas abajo de la ciudad de Formosa. 1: bancos de punta; 2: espiras de meandro; 3: laguna semilunarf; 4: lagunas de espiras; 5: laguna por anexión.

Los desplazamientos del cauce por estos procesos construyen un paisaje particular, en el cual se observan series sucesivas de elevaciones (albardones) y depresiones que, generalmente, ocupan grandes superficies de las llanuras aluviales (foto 2).

Por lo expuesto anteriormente, puede deducirse que por erosión de las riberas y depositación o construcción de bancos de cauce o de punta, los ríos desplazan su cauce a través de sus llanuras aluviales, erosionando o construyendo a las mismas.

B) DEPOSITOS DE INUNDACION

Estos depósitos derivan de la sedimentación del material transportado en suspensión por las aguas, cuando éstas desbordan sobre la llanura aluvial. Dos factores inciden en la depositación de los materiales: la repentina disminución de la velocidad de las aguas al desbordarse, y la vegetación como elemento filtrante de las mismas. Esta es importante, además, por su papel de agente de fijación de estos depósitos.

Aunque la magnitud de estos dos tipos de depósitos (de bancos y de inundación) varía según los ríos y también en distintos puntos de una misma corriente de agua, una llanura aluvial es construida básicamente por el desarrollo de los bancos de cauce. Su morfología original resulta posteriormente modificada por las inundaciones, produciéndose a veces alteraciones importantes, aún durante una sola creciente, sobre todo en el cauce y en sus áreas adyacentes.

CLASIFICACION DE AMBIENTES LENITICOS

El conjunto de los citados procesos que originan y modelan las llanuras aluviales tienen una fundamental incidencia sobre la génesis y evolución de los ambientes leníticos incluidos en aquéllas. Es necesario señalar aquí, que todos los cuerpos de agua existentes sobre las llanuras aluviales se han originado fundamentalmente por la acción de la dinámica fluvial.

En un trabajo anterior, donde se realizó la caracterización de la llanura aluvial del río Paraná medio, fue presentada una clasificación de los cuerpos de agua existentes en la misma (DRAGO, 1973). No obstante, debido a la necesidad de contar con una tipología más precisa en lo referente no sólo al origen sino a la evolución de estos ambientes, se ha estimado necesario modificar en parte dicha clasificación, haciéndola extensiva a las llanuras aluviales en general.

La evolución de estos cuerpos de agua genera una serie de ambientes en los que dicho fenómeno se halla asociado no sólo a factores geomorfológicos e hidrológicos sino también biológicos, como por ejemplo, la vegetación.

En la clasificación propuesta se hace referencia, cuando corresponde, a la similitud existente entre los tipos presentados y aquellos pertenecientes a otras clasificaciones. Consecuentemente, se incluye la correspondiente terminología en inglés.

TIPO 1. Lagunas de cegamiento (*obstruction ponds*) (fig.2)

Los cauces secundarios que disectan en varias direcciones la superficie de las llanuras aluviales, pueden presentar la siguiente característica: cuando un cauce se divide en dos por la presencia de una isla, puede suceder que uno de los canales reciba un mayor caudal; ésto significará un mayor desarrollo en su ancho y profundidad. Paralelamente, el otro cauce, disminuído en caudal y en velocidad de sus aguas, comenzará a colmatarse de sedimentos, sobre todo en la boca de bifurcación. Un proceso similar se repetirá en la boca de la confluencia, donde el cauce mayor acumula depósitos de arena en forma de barras que cerrarán paulatinamente esta desembocadura. Así, el cauce abandonado se convierte en un ambiente léntico. Durante las grandes crecientes, este ambiente puede retomar su característica de curso de agua corriente, pero a medida que los "tapones" de sedimento en sus extremos se elevan, aquella condición desaparece y el ambiente se convertirá definitivamente en un cuerpo de aguas estancadas. Por su origen, estas lagunas presentan espejos de agua angostos, y con un desarrollo longitudinal generalmente sinuoso, aunque pueden incluir largos tramos rectos.

Estas lagunas son importantes por su numerosidad en las llanuras aluviales de los ríos Paraguay y Paraná, coincidiendo con lo expresado por HUTCHINSON (1957), quien las considera comunes en las grandes llanuras aluviales. Correspondiente a los tipos 57 de HUTCHINSON (1957) y 6 de DRAGO (1973).

TIPO 2. Lagunas semilunares (*oxbow ponds*) (fotos 1 y 2; fig.3)

Las notables curvas sucesivas que normalmente presenta un río son conocidas como meandros. Debido a los procesos explicados al hablar del origen de los bancos de punta, los meandros tienden a acentuar su sinuosidad, llegando a estrangularse dos meandros vecinos. Esto puede ocurrir en dos formas distintas: 1) por desbordamiento, cuando durante una creciente, la corriente opta por el trazado rectilíneo, más corto que el del meandro, y 2) por tangencia o fusión, cuando la exageración de la curva reduce a cero la franja de terreno que separa los dos cauces paralelos (DERRUAU, 1966).

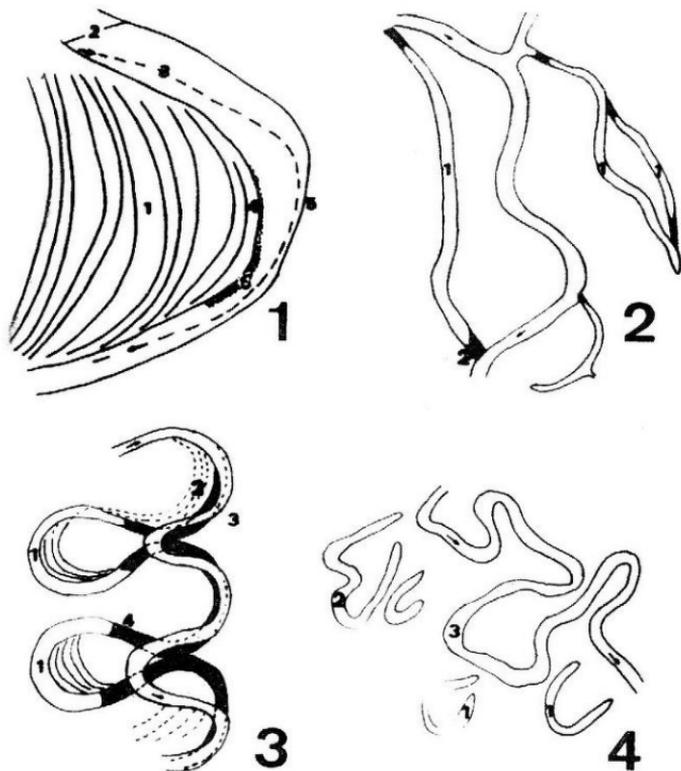


Figura 1.- 1: espiras de meandro; 2: riberas del cauce; 3: línea de máximas velocidades; 4: ribera convexa de sedimentación; 5: ribera cóncava de erosión; 6: banco de punta.

Figura 2.- 1: laguna de cegamiento; 2: "tapón" de sedimentos.

Figura 3.- 1: laguna semilunar; 2: espiras de meandros; 3: banco de punta; 4: "tapón" de sedimentos.

Figura 4.- 1: laguna semilunar; 2: laguna semilunar múltiple; 3: cauce del río principal.

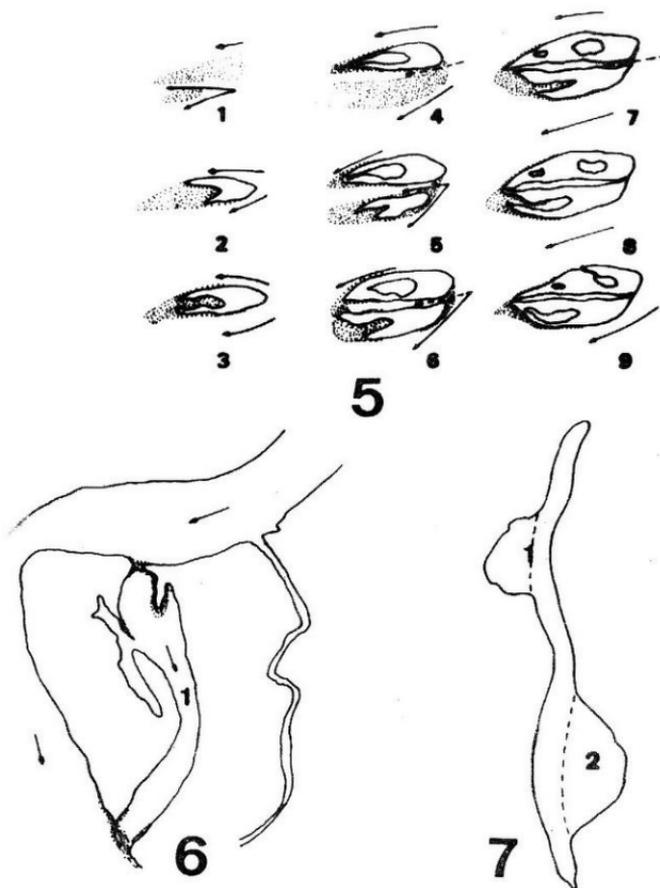


Figura 5.- Esquema del proceso de formación y evolución de las islas de cauce y origen de las lagunas de albardón (tipo 5) y de adosamiento (tipo 7).

Figura 6.- 1: laguna de adosamiento en formación.

Figura 7.- Laguna de expansión lateral; 1: líneas de ribera originales; 2: espejo de agua formado por expansión lateral.

Una vez estrangulado, el antiguo meandro evoluciona en forma semejante al cuerpo de agua descrito anteriormente (tipo 1). Correspondiente a los tipos 18 de ZUMBERGE (1952), 55 de HUTCHINSON (1957) y 4 de DRAGO (1973).

TIPO 3. Lagunas semilunares múltiples (*multiple oxbow ponds*) (fig. 4)

Su origen es el mismo que el de las lagunas del tipo 2, pero con la diferencia que no presentan un solo espejo de agua aislado en forma de herradura. Originados a partir de una serie de meandros abandonados, estos cuerpos de agua presentan un desarrollo mayor en el sentido longitudinal si se los compara con los del tipo 2.

TIPO 4. Lagunas de espiras (*meander scroll ponds*) (foto 2; figuras 1 y 3)

Se denomina espiras de meandros a aquellas series de elevaciones y depresiones paralelas que se observan en las riberas convexas de los meandros. Se originan por migración lateral del cauce hacia la ribera cóncava. Las elevaciones constituyen antiguas riberas del río, y las depresiones parte de su cauce. En estas depresiones, se establecen los cuerpos de agua que hemos denominado lagunas de espiras. Constituyen un paisaje muy característico, integrado por varios espejos de agua angostos y paralelos dispuestos en semicírculo. Correspondiente a los tipos 17 de ZUMBERGE (1952), 59 de HUTCHINSON (1957) y 5 de DRAGO (1973).

TIPO 5. Lagunas de albardón (*levee ponds*) (foto 3; figura 5)

El crecimiento de un banco de arena hacia la superficie, tiene a concentrar el flujo de la corriente en los cauces que marginan al mismo. Estas corrientes laterales van depositando sedimentos en los bordes y en el extremo aguas abajo del banco, los que a su vez son fijados por la vegetación. Este proceso origina la elevación de los bordes (albardones), confiriéndole al conjunto una forma de herradura (fig. 5, 1-2-3-4). Al desarrollarse longitudinalmente, estos albardones se unen aguas abajo quedando entre los mismos una superficie más o menos cóncava, en la que se establece este tipo de cuerpo de agua al que denominamos laguna de albardón. La formación de un nuevo banco próximo al anterior repetirá el fenómeno, dando por resultado la ampliación de la isla de cauce y la creación de nuevas lagunas (fig. 5, 5-6-7). En la zona de unión puede subsistir el tramo de cauce cegado, con características de ambiente lenítico durante los estiajes, y de ambiente lótico en períodos de aguas altas. Esta alternancia puede mantenerse por algún tiempo, hasta que la progresiva acumulación de sedimentos sobre las bocas de estos cauces, y la elevación de los bancos de arena, terminan por separarlos de la influencia directa del curso de agua adyacente (figu-

ra 5, 8-9). Con relación a los bancos originados sobre las riberas, el proceso no se aparta del esquema anterior. Su origen es semejante al esquema para la formación de lagos en deltas presentado por STRICKLAND (1940). Correspondiente a los tipos 53b de HUTCHINSON (1957) y 1 de DRAGO (1973).

TIPO 6. Lagunas de desborde (*overflow ponds*) (foto 3)

Sobre la superficie de las llanuras aluviales próximas a los cauces principales, las aguas de inundación originan acumulaciones de sedimentos de variable extensión y espesor. Parte del agua de inundación puede quedar retenida en las zonas bajas limitadas por estas acumulaciones, originando las lagunas de desborde. Si la vegetación consolida estos depósitos, aquellos cuerpos de agua llegan a convertirse en ambientes estables. Correspondiente a los tipos 13 de ZUMBERGE (1952) y 56 de HUTCHINSON (1957).

TIPO 7. Lagunas de adosamiento (*inter-bar ponds*) (fig. 5, 5-9; fig. 6)

Estas lagunas se originan cuando un tramo de cauce situado entre dos islas, es abandonado por procesos de sedimentación en sus extremos. Los espejos de agua así formados, pueden ser de gran superficie y muy articulados. Correspondiente al tipo 2 de DRAGO (1973).

TIPO 8. Lagunas de expansión lateral (*lateral expansion ponds*) (fig. 7)

Su origen es similar al citado para las lagunas del tipo 1, 2 y 3, diferenciándose por la distinta evolución en la forma de su espejo de agua. Este se ve ampliado en este caso, por erosión de los albardones y la consiguiente invasión por el agua de las áreas bajas adyacentes. Estos ambientes se reconocen por presentar parte de su espejo de agua con la forma del cauce original, y parte desarrollada lateralmente, variando en su forma de acuerdo a la que presente la zona invadida por el agua. Correspondiente al tipo 3 de DRAGO (1973).

TIPO 9. Lagunas por anexión (*annexed ponds*) (fig. 8, A y B)

Originadas por la anexión de dos o más espejos de agua por erosión de las costas. Estas lagunas poseen perímetros irregulares, representando los estrechamientos de su superficie los puntos por donde se ha producido la unión; cuando el albardón se ha cortado en dos puntos próximos, puede quedar un resto no erosionado en forma de isla. Las prolongaciones del terreno que marcan los estrechamientos, con el tiempo van desapareciendo por erosión.

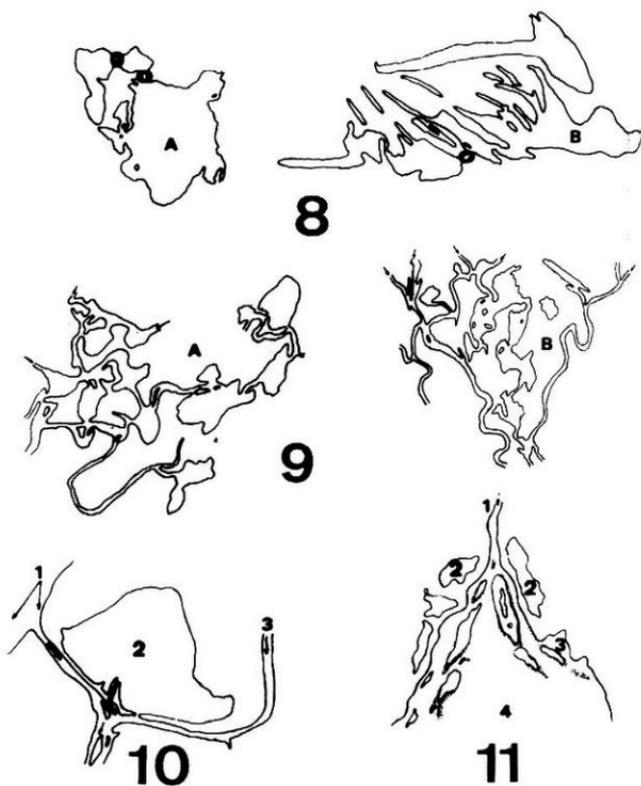


Figura 8.- A y B: lagunas por anexión; O: puntos de anexión.

Figura 9.- A y B: lagunas encadenadas.

Figura 10.- 1: río principal; 2: laguna de confluencia;
3: río tributario.

Figura 11.- 1: desembocadura del cauce; 2: laguna deltaica;
3: laguna deltaica en formación; 4: laguna receptora.

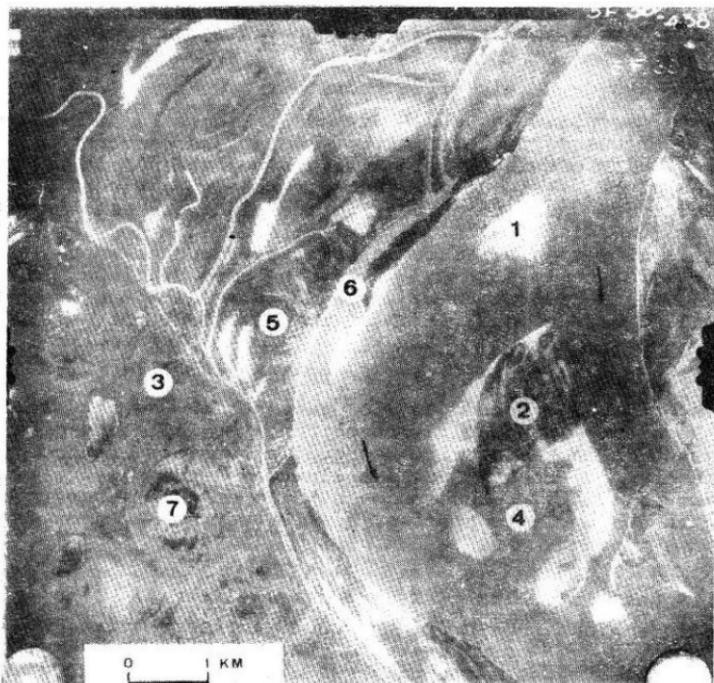


FOTO 3. Llanura aluvial del río Paraná medio, al sur de la ciudad de Diamante (E. Ríos). 1: banco de cauce; 2: isla de cauce; 3: llanura aluvial; 4: laguna de albardón en formación; 5: laguna de desborde; 6: laguna de adosamiento; 7: pantano.

TIPO 10. Lagunas encadenadas (concatenated ponds) (fig.9, A y B)

Estos tipos de ambiente se observan cuando un cauce activo une varias lagunas. Son una combinación de los procesos que originan los tipos 8 y 9, dando como resultado espejos de agua muy irregulares y de gran desarrollo longitudinal, unidos con otros ambientes similares por tramos de cauce bien definidos.

TIPO 11. Lagunas de confluencia (confluence ponds) (fig.10)

Estos cuerpos de agua se originan debido a la sedimentación que toma lugar cuando una corriente tributaria desemboca en un valle aluvial. El río tributario deposita su carga en forma de bancos y barras de cauce, las que van siendo remodeladas por el mismo y por las aguas del cauce principal. Influenciado por estos depósitos, que provocan una disminución de la velocidad de la corriente aguas arriba de la confluencia, el curso principal produce nuevas áreas de sedimentación en esta zona. Si este proceso continúa, los depósitos de ambos cauces se unen, dejando entre ellos un espejo de agua destinado a transformarse en un ambiente lenfítico.

TIPO 12. Lagunas deltaicas (deltaic ponds) (fig.11)

Son originadas cuando un río desemboca en una laguna receptora formando un pequeño delta, cuyos bancos e islas a medida que van avanzando hacia el interior de aquélla, van encerrando espejos de agua menores que constituyen las llamadas lagunas deltaicas. Es común observar además, que espejos de agua de gran superficie son divididos en dos por este proceso. Similar por su mecánica de formación a los tipos 50 y 51 de HUTCHINSON (1957).

TIPO 13. Lagunas laterales (lateral ponds) (foto 2)

Estos ambientes se originan cuando un tramo de cauce principal o secundario que corre sobre la escarpa que separa la llanura aluvial de los terrenos adyacentes más elevados, es abandonado por procesos de colmatación. La principal característica de estas lagunas es la de presentar parte de sus costas bajas y albardonadas, y parte altas y no constituídas por sedimentos aluviales. Generalmente, estos ambientes son los tipos 1, 2 y 3, a los que se les asocia la característica ya mencionada. Correspondiente al tipo 58 de HUTCHINSON (1957).

TIPO 14. Pantanos (swamps) (foto 3)

Constituyen la etapa final en la evolución de los ambientes lenfíticos en llanuras aluviales. Se presentan como áreas bajas, cubiertas totalmente con vegetación acuática y palustre, manteniendo durante algún tiempo la forma original del cuerpo de agua que les dio origen.

BIBLIOGRAFIA

- DERRUAU, M.-1966. Geomorfología. Ed. Ariel, Barcelona. 442 pp.
- DRAGO, E.-1973. Caracterización de la llanura aluvial del Paraná medio y de sus cuerpos de agua. *Boletín Paranaense de Geoci.*, 31: 31-44. Curitiba, Brasil.
- 1975. Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraguay inferior. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 30 (3): 217-222.
- HUTCHINSON, E.-1957. A treatise on Limnology. Vol. 1: Geography, Physics and Chemistry. J. Wiley. 1015 pp.
- IRIONDO, M.-1972. Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraná desde Helvecia hasta San Nicolás, Rep. Argentina. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 27 (2): 155-160.
- IRIONDO, M. y E. DRAGO.-1972. Descripción cuantitativa de dos unidades geomorfológicas de la llanura aluvial del Paraná medio, Rep. Argentina. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 27 (2): 143-154.
- LEOPOLD, L.; M. WOLMAN y J. MILLER.-1964. Fluvial processes in Geomorphology. *Freeman and Co.*, 522 pp.
- MORISAWA, M.-1968. Streams. Their dynamics and morphology. *McGraw-Hill Book Co.*, 175 pp.
- SCHMUDDE, T.-1968. Flood Plain. En: *The Encyclopedia of Geomorphology. Encyclopedía of Earth Sciences Series, Vol. III. Ed. by R.W. Fairbridge. Reinhold Book Corp.* 1295 pp.
- SCHUMM, S. y R. LICHTY.-1963. Channel widening and flood construction along Cimarron river in southwestern Kansas. *U.S. Geol. Surv., Prof. Paper* 352D.
- STRICKLAND, C.-1940. Deltaic formation with special reference to the hydrographic process of the Ganges and the Brahmaputra. *Calcutta and Bombay, Longmans, Green.* 157 pp.
- ZUMBERGE, J.-1952. The lakes of Minnesota; their origin and classification. *University of Minnesota Press, Minneapolis.* 99pp.