# ESTRATIGRAFIA PLEISTOCENA TARDIA-HOLOCENA Y PALEOLIMNOLOGIA DE LA LAGUNA CHIS CHIS, CHASCOMÚS, BUENOS AIRES, ARGENTINA

Nauris V. Dangavs

Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP,CIC; CISAUA; Email: nauris@igs.edu.ar

**Abstract**: *Late Pleistocene and Holocene stratigraphy and paleolimnology of laguna Chis Chis, Chascomús, Buenos Aires Province*. Chis Chis is a 14.7 km$^2$ shallow lake tributary of the Salado River drainage basin. The region is a silt plain of gentle relief and slight slopes. The lake basin is a depression of deflationary origin, excavated during the eolian episodes that accumulated Buenos Aires Fm loess (>64 ky). The surficial geologic evidences encompass from Middle Pleistocene to the present. Evidences are registered in the lake basin and its ravines. The Ensenada Fm of Middle Pleistocene makes up the regional substratum. Above this unit ten climatic alternate episodes are represented; five dry stages with their eolian and evaporitc deposits which span from the Maxi-Glacial of the Late Pleistocene to the Little Ice Age of the Upper-Late Holocene and five humid stages, represented by aquatic environment accumulations and paleosols, from the Late Pleistocene tol the present time in age. The dry stages are represented by the following eolian units: Buenos Aires Fm (OIS4; >64 ky); La Postrera Fm I (OIS2; 36 to 20 ky); La Postrera Fm II (Younger Dryas; 14 to 8.5 ky); La Postrera Fm III (3.5-1.4 ky); La Postrera Fm IV (Little Ice Age; 0.7 to 0.2 ky). The humid stages are represented by units of aquatic environment deposits and synchronous geosols: Luján Fm, La Chumbiada Member and the Sin Nombre Geosol (OIS3 and S4; 64 to 36 ky); Luján Fm, Lobos Member (final phase of OIS2; 20 to 14 ky); Luján Fm, Río Salado Member (OIS1: Hypsithermal Interval; 8.5 to 2.5 ky); Suballuvial Fm and Puesto Berrondo Geosol (Medieval Maximum and S1; 1.7 to 0.7 ky) and the present Alluvium and soils (S0).

**Key Words**: Quaternary, paleolimnology, paleoclimates, Buenos Aires Province, Salado River drainage basin, Pampean shallow lakes.

## INTRODUCCION

Los estudios geológicos en lechos de ambientes acuáticos de la región pampeana son escasos, quizás debido a la limitación impuesta a la observación por la insuperable barrera del agua. Sin embargo, la caracterización de sus depósitos colmatantes se convierte en invaluable herramienta para el estudio del Cuaternario, debido a que las cubetas de las aguas interiores constituyen ambientes de sedimentación, en cuyo seno queda el registro o "memoria" del cuerpo de agua. En la cubeta que aloja la laguna Chis Chis han quedado registrados los acontecimientos geológicos del Pleistoceno superior y Holoceno en las escarpas de erosión de la laguna (barrancas) y en los depósitos colmatantes, evidenciados en base a sondeos de hasta 6 m profundidad. La evaluación de ambos depósitos y la interpretación paleoambiental constituyen el fundamento de este aporte. Esta laguna, no obstante su interés social y ecológico carece de antecedentes geológicos, salvo lo manifestado en Dangavs (2005a), en relación a los depósitos de yeso de las lagunas Encadenadas de Chascomús.

## METODOLOGIA

Se realizaron doce perforaciones a barreno balde y helicoidal en el lecho lagunar hasta el piso de la cubeta y muestreos a lo largo de las barrancas. La ubicación de los sondeos se efectuó con GPS. La base cartográfica consistió en el mapa plani-batimétrico del autor en escala 1:20.000 y fotomosaicos del INTA en 1:20.000. El análisis sedimentológico se efectuó sobre 90 muestras. Para el tamizado y pipeteo se utilizó la metodología expuesta en Carver (1971); la distribución granulométrica fue interpretada a partir de curvas de frecuencia acumulada en papel probabilístico y la clasificación textural y el cálculo de parámetros estadísticos se basó en Folk (1968). La mineralogía de arenas fue determinada en microscopio binocular y petrográfico. Los restos de moluscos y foraminíferos fueron identificados por microscopía binocular.

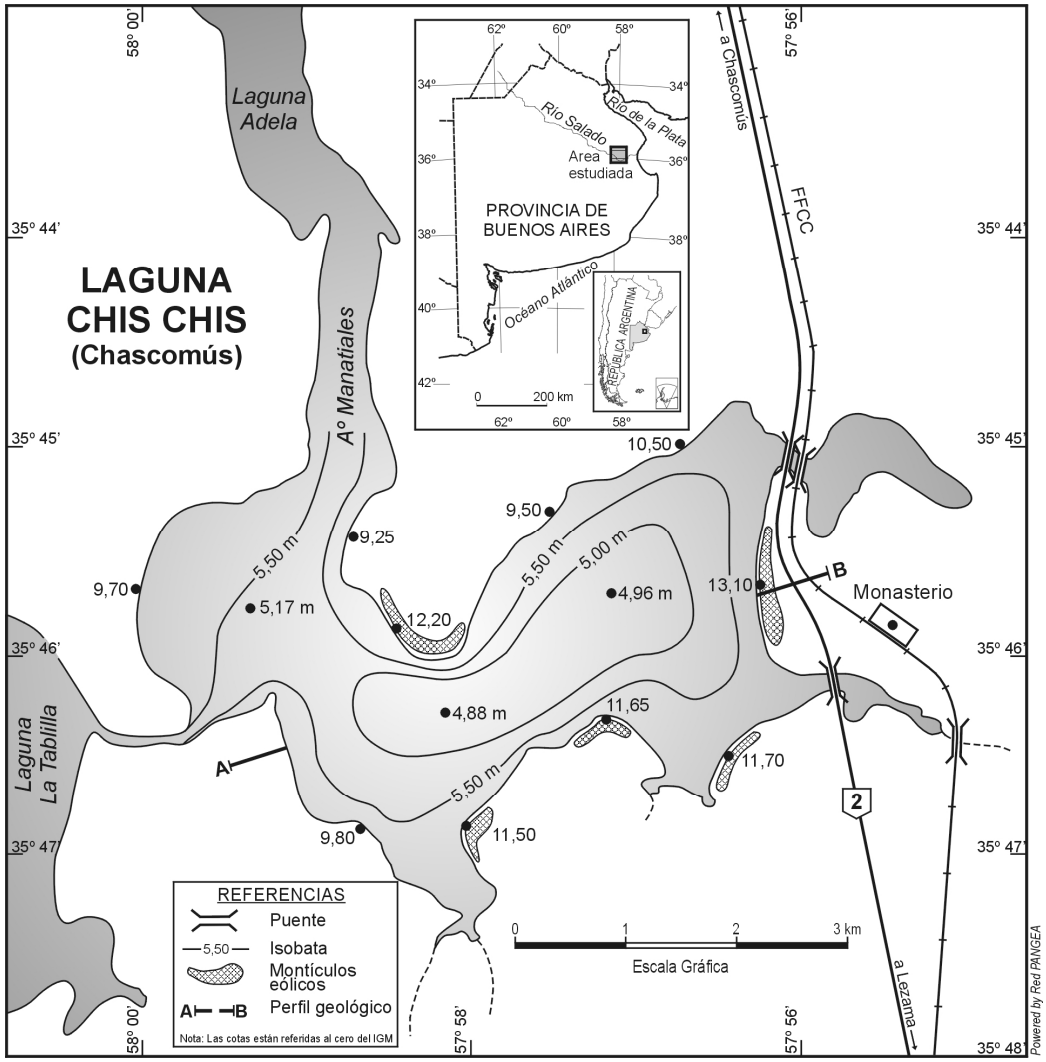



Figura 1: Mapa de ubicación de la laguna Chis Chis

## MARCO AMBIENTAL

La laguna Chis Chis se encuentra en Monasterio, a la vera de la Ruta 2, partido de Chascomús, región noreste de la provincia de Buenos Aires. Las coordenadas geográficas del centro lagunar son: Lat. 35° 46' 18" S. y Long. 57° 58' 12" O. Este cuerpo de agua de 14,7 km$^2$ y profundidad máxima de 2,01 m en cota de 7,00 m constituye el cuarto eslabón del sistema fluvio-lacustre tributario del río Salado, denominado "lagunas Encadenadas de Chascomús". Desde el norte recibe las aguas del arroyo Manantiales, efluente de la laguna La Adela y desagua por el sudoeste hacia la laguna La Tablilla mediante el arroyo Tablillas (Fig. 1). La región se caracteriza por ser una llanura de acumulación limosa de suave relieve y muy escasa pendiente en dirección SSE (valor medio de 0,05 %). Las elevaciones son muy escasas, las que apenas se destacan en el paisaje, coronadas por depósitos eólicos holocenos. La mayor altitud de la periferia lagunar se encuentra en la duna de arcilla de la costa oriental en cota de 13,1 m y la menor en el lecho lagunar en 4,88 m; la altitud media del perímetro lagunar es de 10,5 m.s.n.m. La cubeta actual es alargada en dirección E-O en forma de V muy abierta (Fig. 2), conformada por dos sectores, que otrora constituían ambientes separados por un umbral, cuya erosión se produjo durante la etapa seca del Pleistoceno tardío-tardío y la integración en un cuerpo único en la húmeda del Holoceno temprano a medio. Las costas son bien definidas y en su mayoría altas, con escarpas de erosión de 1,5 a 6,1 m de altura respecto del plano lagunar. Las costas bajas están limitadas a las desembocaduras de los pequeños cursos que desembocan en las bahías. Los perfiles primitivos de ambas cubetas son en U (*Wanne*) de hasta 8 m de profundidad (medidos entre el piso de las cubetas y el techo de la Formación Ensenada). Debido a la colmatación, el integrado actual tiene forma en palangana de escasa profundidad y bordes elevados recortados en la planicie. La presencia de montículos eólicos eleva la costa hasta 3 m sobre el plano general (Fig. 1).

El agua de la laguna es límpida, dulce a nivel normal y algo salobre en estiaje. En ambas situaciones corresponde a agua oligohalina. El pH es leve a medianamente alcalino. A nivel normal el bicarbonato y el sodio son los iones dominantes, seguidos por el cloruro y el sulfato. Los restantes iones son minoritarios a nivel normal y relativamente importantes durante las bajantes. El régimen hídrico es de laguna semi a casi-permanente (Dangavs 2005b). Los aportes provienenen del agua freática y el escurrimiento superficial. Respecto al agua subterránea el sistema es efluente-influente y por sus características geolimnológicas equivale al concepto de "lago playo".

## MARCO GEOLÓGICO

| Período | Epoca | Unidades Litoestratigraficas | Unidades Pedoestratigraficas | Sitio: Barranca | Sitio: Lecho |
|---|---|---|---|---|---|
| CUATERNARIO | HOLOCENO | 15: Aluvio | Suelo actual | Aluvio | Aluvio |
| | | 14:F.La Postrera IV | | F.La Postrera IV | F.La Postrera IV |
| | | 12: F.Subaluvial | 13: Suelo Puesto Berrondo | Suelo Puesto Berrondo | F.Subaluvial |
| | | 11:F. La Postrera III | | F.La Postrera III | - |
| | | 9: F.Luján, Miembro Río Salado | 10: Suelo Puesto Callejón Viejo (*) | | F.Luján, Miembro Río Salado |
| | PLESISTOCENO | 8: F.La Postrera II | | F.La Postrera II | - |
| | | 6: F. Luján, Miembro Lobos | 7: Paleosuelo La Horqueta (*) | | F. Luján, Miembro Lobos |
| | | 5:.La Postrera I | | F.La Postrera I | F.La Postrera I |
| | | 3: F. Luján, Miembro La Chumbiada | 4: Suelo Sin Nombre | Suelo Sin Nombre | F. Luján, Miembro La Chumbiada |
| | | 2: F.Buenos Aires | | F.Buenos Aires | - |
| | | 1: F.Ensenada | | F.Ensenada | F.Ensenada |

Tabla 1: Unidades estratigráficas de la cuenca del río Salado y en la laguna Chis Chis
Referencias: (*): Unidades ausentes; 1 y 2: Riggi et al (1986); 3: Dillon y Rabassa (1985); 4, 9, 10 y 13:Fidalgo et al. (1973) ; 5, 8, 11 y 14: Dangavs (2005c): 6: Dangavs y Blasi (2003); 7:Dangavs (2009); 12: Doering (1884).

La laguna se encuentra asentada en sedimentos cuaternarios, cuyas manifestaciones son visibles en las escarpas y playas o yacen bajo el agua como depósitos de relleno de la cubeta. En total se han reconocido trece unidades estratigráficas (once litoestratigráficas y dos pedoestratigráficas) que abarcan el intervalo Pleistoceno medio-actual (Tablas 1 y 2 y Fig. 2). De ellas, ocho afloran en las escarpas, las que se describen a continuación de abajo hacia arriba. La unidad estratigráfica superficial más antigua es visible en la porción basal de las escarpas y relieve del techo muy ondulado en la costa norte y sur de la periferia lagunar, alcanzando hasta 2,7 m sobre el nivel medio del agua. En bajante se observa una ancha plataforma erosiva labrada en estos depósitos. La misma está constituida por limolitas arenosas estratificadas castaño rojizas claras en seco (7,5 YR 6/3), leve a bien consolidadas y calcretizadas en forma de planchas y septos subverticales a verticales muy consolidados. Esta unidad se correlaciona con la Formación Ensenada (Riggi *et al*. 1986) del Pleistoceno medio. En discordancia erosiva se sitúa un depósito loéssico castaño amarillento claro (10YR 6/4), friable a levemente endurecido, textura limo-arenosa, estructura migajosa y con calcretas en forma de muñecos. Culmina en un paleosuelo truncado, compuesto por los horizontes Btkb y BCkb. El depósito nunca sobrepasa 1,30 m de espesor, incluido el paleosuelo. Esta unidad se correlaciona con la Formación Buenos Aires

(Riggi *et al*. 1986) y el paleosuelo de su porción cuspidal con el Suelo Sin Nombre (Fidalgo *et al.* 1973), ambos del Pleistoceno tardío.

En la base de la escarpa de la costa oriental, en la margen izquierda del arroyo Manantiales y en tres sitios de la costa sur, sobre la Formación Ensenada (no aflorante) se disponen hasta 2,2 m de un sedimento loessoide castaño pálido (10YR 6/3) levemente consolidado y con estructura migajosa, acumulado como duna de arcilla (Dangavs 1979). Esta unidad está conformada por pseudo limos arenosos, cuyos granos de "arena", en gran parte, son pellets de arcilla. Además el sedimento contiene diamíctos de clastos líticos de pelítas, carbonato de calcio pulverulento o en calcretas poco consolidadas, formando nódulos subesféricos, muñecos y tabiques de relleno de grietas. Otra característica composicional es la presencia de yeso clástico, minerales volcaniclásticos y bioclastos redepositados de gasterópodos y ostrácodos. El depósito eólico caracterizado se correlaciona con la Formación La Postrera I del Pleistoceno tardío (Dangavs 2005c). En la costa oriental se yuxtapone a la unidad anterior otra acumulación en duna de arcilla, también con pseudo textura limo-arenosa, que alcanza espesores de 2,2 m. Estos sedimentos son grises claros en seco (10YR 7/2) y de tintes verdosos en húmedo (2,5Y 7/2), macizos, levemente consolidados y algo diamícticos. Mineralógicamente se caracterizan por líticos pelíticos, pellets de arcilla verdes a castaño claros, que en parte han perdido la forma subesférica original, calcretas de hasta 7 cm de eje mayor, yeso discoidal clástico y minerales volcaniclásticos. Los bioclastos son redepositados y consisten en conchillas de *Heleobia parchappei*, *H. australis* y *Tropicorbis sp*., valvas de ostrácodos, girogonites de algas charáceas y cónchulas de foraminíferos: *Ammonia beckarii parkinsoniana, Elphidium discoidale* y formas aberrantes. Esta unidad se correlaciona con la Formación La Postrera II del Pleistoceno tardío-tardío (Dangavs 2005c).

Yuxtapuesta a los depósitos de la Formación La Postrera I o II, se hallan hasta 1,30 m de sedimentos eólicos de aspecto loéssico, cuya parte basal (0,75 m) carece de rasgos pedogénicos o estos son incipientes (horizonte Cb); en cambio, la superior está representada por un paleosuelo truncado, integrado por los horizontes BCb (0,25 m) y Btb (0,30 m). La sección basal está constituida por limos arenosos friables a levemente consolidados castaños muy claros (10 YR 6/3), con estructura migajosa a granular y abundantes poros. El horizonte BCb es castaño amarillento oscuro (10YR 5/3), textura limo-arenosa (franco limoso), estructura en bloques alargados moderados levemente consolidados con apariencia de disyunción columnar. El horizonte Btb es castaño oscuro en seco (10YR 3/3), la textura es fango-arenosa (arcilloso), estructura en bloques subangulares gruesos y fuertes, duro, moderados barnices arcillo-húmicos y sin reacción calcárea. La composición de estos sedimentos consiste en líticos pelíticos, escasos pellets de arcilla, yeso clástico, calcretas rodadas, concreciones de hierro-manganeso y minerales volcaniclásticos. La presencia de bioclastos es escasa, representada por restos óseos, fragmentos de conchillas de gasterópodos redepositados y fitolitos. Esta unidad eólica se correlaciona con la Formación La Postrera III del Holoceno medio a tardío (Dangavs 2005c) y su paleosuelo con el Suelo Puesto Berrondo del Holoceno tardío (en el sentido de Fidalgo, 1990).

El depósito que corona las barrancas está representado por 0,35 a 0,95 m de un sedimento eólico edafizado de apariencia loéssica en cuyo seno se desarrollan los suelos actuales; incluso la unidad se encuentra en el relleno lagunar bajo la cubierta aluvial. El sedimento está constituido por limo arenosos friables a levemente endurecidos de color gris muy oscuro (10YR 3/1) en su parte superior que gradan a castaño (10YR 5/3) hacia abajo. La estructura es granular a bloques subangulares pequeños y con rasgos de hidromorfísmo en los sectores de barrancas más bajas. Este nivel estratigráfico que se caracteriza por la presencia de restos culturales: tiestos y evidencias de fogones (tierra quemada, colófano de huesos y astillas de huesos quemados), se correlaciona con la Formación La Postrera IV del Holoceno tardío-tardío (Dangavs 2005c).

## DEPOSITOS PALEOLIMNICOS Y ACTUALES

Sobre el lecho primitivo de ambos sectores de la cubeta se disponen hasta 5,5 m de depósitos colmatantes, integrados por las acumulaciones del ambiente actual, un sedimento eólico y cuatro depósitos de paleoambientes acuáticos con yeso, cuyo conjunto abarca seis unidades litoestratigráficas, las que serán descriptas de abajo hacia arriba (Tabla 1y 2 y Fig. 2). Los parámetros texturales y estadísticos se encuentran representados en la Tabla 2.

**Unidad 1** (Fm. Luján, Miembro La Chumbiada). Se compone de la periferia al centro por 1,50 m de arenas limosas y limos arenosos gruesos y finos. Estos sedimentos son castaños muy claros en seco (10YR 7/3), macizos o estratificados en láminas muy finas. Las arenas limosas son friables y los limos arenosos levemente endurecidos a duros. La distribución granulométrica en las arenas limosas es levemente bimodal en 4 y 11ϕ, en los limos arenosos gruesos es levemente bimodal en 5 y 11ϕ y en los limos arenosos finos polimodal en 5, 8 y 11ϕ. La composición de la fracción arena se caracteriza por cristales de yeso con fuertes signos de corrosión, calcretas, pellets de arcilla castaños, concreciones de hierro y de hierro-manganeso y minerales volcaniclásticos. Los bioclastos consisten en fragmentos de huesos de mamíferos, escamas de peces, conchillas de *Heleobia parchappei, H. ameghinoi*, *Succinea meridionalis* y *Pomacea sp.,* valvas de ostrácodos, girogonites de charófitas y diatomeas. El depósito representa un paleoambiente dulciacuícola fluvio-lacustre, que se correlaciona con la Formación Luján, Miembro La Chumbiada del Pleistoceno tardío (Dillon y Rabassa 1985).

**Unidad 2** (Fm. Luján, Miembro Lobos). Sobre la unidad anterior se disponen 1,30 m de sedimentos oliváceos claros en húmedo (5Y 6/2) y gris castaño claros en seco (2,5Y 6/2) y de texturas gruesas con yeso. En general las texturas originarias fueron modificadas por la precipitación de yeso, las que pueden alcanzar el tamaño grava. Estos sedimentos son macizos o con bandeado de estratificación laminar. La consistencia es friable en húmedo y duro a muy duro en seco. Se han reconocido tres tipos texturales sin yeso: arenas limosas, limos arenosos y fangos arenosos. Las arenas limosas se encuentran en el sector periférico del paleoambiente y son de distribución unimodal en 4ϕ. Los limos arenosos se caracterizan por dos poblaciones. Una en el sector periférico, con mayor contenido de arena, distribución levemente bimodal (4 y 11ϕ) y mejor selección y otra en el sector central, con menos arena, distribución bimodal (5 y 11ϕ) y muy pobre selección. Los fangos arenosos ocupan el sector central del paleoambiente y son de distribución polimodal en 5, 11 y 9 ϕ. La composición de la unidad está dominada en los tamaños mayores (grava fina a arena mediana) por calcretas rodadas, pellets de arcilla verdes y minerales epigénicos: yeso, calcita, dolomita y óxidos de Fe-Mn. El yeso se halla en agregados y cristales individuales con signos de corrosión; los carbonatos y los óxidos de Fe-Mn en concreciones y cementos que recubren o engloban minerales y los bioclastos. En los tamaños arena fina a muy fina los carbonatos son dominantes; al eliminar los carbonatos, la composición es yeso, pellets de arcilla y una mayoría de vidrio volcánico en la arena fina y en la fracción de 88 μm, acompañado plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, líticos volcánicos y minerales pesados. Los bioclastos son abundantes, representados por restos de agua dulce y en menor grado mixohalinos. Estos restos corresponden principalmente a conchillas de gasterópodos: *Heleobia parchappei, H. ameghinoi, H.aff. australis, H.aff. australis crassa, Biomphalaria peregrina***,** *Succinea meridionalis, Lymnaea sp***.,** *Tropicorbis sp y Pomacea sp.* Además abundan restos óseos rodados, escamas, dientes, espinas y vértebras de peces, valvas de ostrácodos, diatomeas, girogonites de caráceas y cónchulas de foraminíferos: *Ammonia beccarii parkinsoniana, Elphidium discoidale, E. aff. galvestonense*, *Discorbis peruvianus* y especies aberrantes. La unidad representa las acumulaciones de un paleoambiente dulciacuícola, que en sus postrimerías se transformó en un lago salado, con presencia de elementos faunísticos de abolengo marino y origen atalásico. La unidad se correlaciona con la Formación Luján, Miembro Lobos del Pleistoceno tardío-tardío (Dangavs y Blasi 2003).

**Unidad 3** (Fm. Luján, Miembro Río Salado). Consiste en un depósito pelítico de 1,20 m de espesor y colores claros en seco: gris claro (10YR 7/1 y 7/2), castaño grisáceo (2,5Y 5/2) y blanco (10YR 8/1), con muy abundantes bioclastos, lentes de ceniza volcánica, carbonatos y yeso. Estos sedimentos son macizos o laminados, porosos y livianos a levemente endurecidos a duros en seco. La presencia de yeso, carbonatos y ceniza volcánica tiende a enmascarar las texturas originarias, no obstante se han diferenciado dos tipos texturales: limos arenosos y fangos arenosos. En los limos arenosos la distribución es levemente bimodal en 5 y 11ϕ, pero en algunas muestras la presencia de ceniza tobácea y chonítica modifican la distribución a polimodal, con la moda principal en las muestras tobáceas en 4ϕ y en las choníticas en 6ϕ. Una situación semejante se establece en las muestras con yeso, las que incrementan el contenido en arena y la muestra se vuelve unimodal. Los fangos arenosos son polimodales en 5, 11 y 9ϕ, pero la presencia de yeso modifica sus texturas a limos arenosos bimodales. La composición de la fracción arena muy gruesa a mediana se caracteriza por carbonato cálcitico y dolomítico en toda la unidad. El yeso y los pellets de arcilla se encuentran solamente en la porción basal del sector cental. Los carbonatos se hallan en forma de grumos,

concreciones (tosquillas), cementos o pulverulento. El yeso en cristales discoidales, microrrosetas y sacaroidal, todos parcialmente corroidos. En la arena fina y muy fina la mineralogía volcaniclástica es dominante, acompañada de pellets de arcilla, calcita y dolomita. Los elementos volcanicláticos presentan el siguiente orden de abundancia: vidrio volcánico en trizas, pumíceo e incluso en burbujas esféricas, límpido a alterado, plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, líticos volcánicos, calcedonia y minerales pesados. Los bioclastos son muy abundantes y consisten en girogonites de charáceas, frústulos de diatomeas, escamas y vértebras de peces, valvas de ostrácodos y conchillas de gasterópodos de agua dulce: *Heleobia parchappei, Biomphalaria peregrina, Succinea meridionalis, Lymnaea viatrix., Scolodonta semperi, Tropicorbis sp.* y *Pomacea sp.* El depósito caracterizado representa las acumulaciones de un paleoambiente lacustre a palustre dulciacuícola, que en sus postrimerías se transformó en una sabkha calcárea-yesífera, que se correlaciona con la Formación Luján, Miembro Río Salado de Fidalgo et al. (1973) del Holoceno temprano a medio.

**Unidad 4** (Fm. Subaluvia). Sobre la unidad anterior se encuentran 0,50 m de sedimentos gris castaños claros (2,5Y 6/2), macizos y levemente consolidados, representados por limos arenosos en la periferia y fangos arenosos en el centro del paleoambiente. Los limos arenosos son bimodales en 5 y 11ϕ y los fangos arenosos polimodales en 5, 11 y 9ϕ. La composición del tamaño arena muy gruesa a mediana consiste en calcretas rodadas, pellets de arcilla color crema, concreciones de hierro-manganeso y cristales corroídos de yeso. En la arena mediana aparece además cuarzo y feldespato potásico. En la arena fina y muy fina la composición es volcaniclástica, en el siguiente orden de abundancia: plagioclasa, cuarzo, vidrio volcánico en trizas límpidas, pelletes de arcilla, feldespato potásico, líticos volcánicos y escasos minerales pesados. Los bioclastos son abundantes y análogos a los del ambiente actual: semillas, fitolitos, girogonites de algas charáceas, escamas y vertebras de peces, valvas de ostrácodos, conchillas de gasterópodos de agua dulce: *Heleobia parchappei, Succinea meridionalis, Biomphalaria peregrina, Pomacea sp*. y de agua salobre de abolengo marino: *Heleobia australis* y foraminíferos afines a los hallados en el Miembro Lobos. Los sedimentos de esta unidad representan los depósitos del paleoambiente léntico más reciente, los que se correlacionan con la Formación Subaluvial (Doering 1884) del Holoceno tardío.

**Unidad 5** (Depósito eólico de la Fm. La Postrera IV). Debajo de la cubierta aluvial aparece un depósito de 0,4-0,5 m de limos arenosos castaño oscuros en seco (10YR 3/3), levemente consolidados, con estructura granular a bloques subangulares pequeños y delgadas lentes de ceniza volcánica en su base. La distribución granulométrica es bimodal en 5 y 11ϕ. En la composición de la arena gruesa a mediana predominan las calcretas rodadas y cuarzo redondeado. En la arena fina a muy fina la mineralogía volcaniclástica es dominante. Los bioclastos están representados por fragmentos óseos de roedores. Este depósito representa un episodio eólico que se correlaciona con la Formación La Postrera IV del Holoceno tardío-tardío (Dangavs 2005c).

**Unidad** 6 (Aluvio). Estos sedimentos se caracterizan por abundante materia orgánica, bioclastos, colores mayormente oscuros y sedimentos de variadas texturas, que integran dos secciones contrastantes: superior e inferior. La superior consiste en un suspensoide gelatinoso tixotrópico semi-flotante oliva claro (10Y5/4), constituido por 40% de materia orgánica, geles bacterianos y textura arcillosa, donde la arcilla < 0,5 μm alcanza a 73%. El espesor de esta masa subácuea poco consistente, móvil y ondulante es incierto; en algunos sitios puede alcanzar 0,3 m (no considerado en el espesor de la unidad), que al secarse se reduce drásticamente. La sección inferior está formada por 0,26 a 0,52 m de sedimentos gris oscuros a castaño grisáceo oscuros (10YR 4/1- 2,5Y 4/2) en seco, macizos, sin estructuras, de consistencia blanda a muy dura en seco. En esta sección se han reconocido hasta seis tipos texturales distribuidos en dos subfacies depositacionales: marginal y central. La marginal reúne los depósitos de playa y costeros proximales, de texturas gruesas y naturaleza mayormente intracuencal, los que se disponen en forma discontinua a lo largo del perímetro lagunar, asociados a los sectores de barrancas menos edafizados, sujetas a la destrucción por el oleaje. Las texturas reconocidas corresponden a arenas gravillosas, arenas limosas y limos arenosos gruesos. La subfacies central reúne los depósitos pelíticos intra y extracuencales, cuyas texturas decrecen en tamaño hacia el interior de la cubeta, constituidas por limos arenosos finos, fangos arenosos y fangos. En la composición del tamaño grava a arena mediana predominan las calcretas rodadas, líticos de pelitas, concreciones de hierro y hierro-manganeso. En la arena fina dominan los representantes volcaniclásticos, siendo mayoría el par plagioclasa-cuarzo, salvo en los niveles cineríticos, donde predomina el vidrio volcánico. La mineralogía restante en orden de abundancia es: feldespato

potásico, líticos volcánicos y minerales pesados, la que se repite en las fracciones menores. Los bioclastos son muy abundantes y consisten en raíces, semillas, fitolitos, frústulos de diatomeas, espículas de espongiarios, escamas, dientes, espinas, vértebras y placa óseas de peces, valvas de ostrácodos y conchillas de *Heleobia parchappei*, *Biomphalaria peregrina, Succinea meridionalis, Lymnea viatrix, Pomacea canaliculata, Ancylus sp.* y el pelecípodo *Anodontites sp*. Los sedimentos de la unidad representan los depósitos del ambiente actual, los que se asignan al Aluvio reciente.

**El depósito yesífero intrasedimentario.** El mineral se halla alojado en los poros de la sucesión clástica hospedante, con diversidad de hábitos cristalinos, texturas y estructuras en los tres miembros de la Formación Luján y la Formación Subaluvial. El depósito es remanente de una manifestación mayor, reducida por corrosión cristalina. Actualmente el depósito se circunscribe al sector central y principalmente al Miembro Lobos (Dangavs 2005a). Este depósitos epigénico es el producto de la interacción de los regímenes de aguas superficiales y subterráneas en antiguos lagos salados y/o sabkhas continentales, generados durante las etapas de aridez del Pleistoceno tardío y Holoceno.

| Unidad Estratigráfica | A % | L % | Ac% | Text | Mz ϕ | $\sigma_I$ | $S_K$ | $K_G$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| U7. Aluvio | <1 | 29 | 70 | Ac | 9,45 | 3,03 | 0,16 | 0,79 |
| U7 | G28 | A70 | P2 | AG | 0,63 | 1,91 | -0,18 | 1,08 |
| U7 | 56 | 41 | 3 | AL | 4,00 | 0,72 | 0,38 | 2,02 |
| U7 | 47 | 48 | 5 | LA | 4,37 | 1,23 | 0,51 | 1,79 |
| U7 | 21 | 64 | 15 | LA | 5,52 | 2,16 | 0,48 | 1,30 |
| U7 | 15 | 47 | 38 | FA | 7,42 | 3,61 | 0,52 | 0,78 |
| U7 | 1 | 41 | 58 | F | 8,63 | 3,08 | 0,12 | 0,70 |
| U6. F. La Postrera IV | 28 | 57 | 15 | LA | 5,35 | 2,41 | 0,34 | 1,14 |
| U5. F.Subaluvial | 17 | 59 | 24 | LA | 6,29 | 2,72 | 0,56 | 0,99 |
| U5 | 12 | 58 | 30 | FA | 6,90 | 3,00 | 0,28 | 0,87 |
| U3. FL, M Río Salado | 35 | 57 | 8 | LA | 4,67 | 1,82 | 0,25 | 1,41 |
| U3 | 13 | 54 | 33 | FA | 6,89 | 3,03 | 0,42 | 0,95 |
| U2. FL, M Lobos | 53 | 36 | 11 | AL | 4,63 | 1,90 | 0,54 | 1,43 |
| U2 | 42 | 48 | 10 | LA | 5,13 | 1,92 | 0,51 | 0,96 |
| U2 | 30 | 56 | 14 | LA | 5,30 | 1,96 | 0,62 | 1,25 |
| U2 | 14 | 53 | 33 | FA | 6,72 | 2,98 | 0,38 | 0,85 |
| U1. FL, M La Chumbiada | 54 | 38 | 8 | AL | 4,35 | 1,56 | 0,60 | 2,05 |
| U1 | 24 | 62 | 14 | LA | 5,50 | 2,05 | 0,62 | 1,17 |
| U1 | 13 | 66 | 21 | LA | 6,10 | 2,36 | 0,48 | 0,97 |

Tabla 2 : Sedimentos colmatantes: parámetros texturales y estadísticos medios (muestras sin yeso). Referencias. A: arena; L: limo; Ac: arcilla; text: textura; G: grava; P: pelita; AG: arena gravillosa; AL: arena limosa; LA: limo arenoso; FA: fango arenoso; F: fango; Mz ϕ: media gráfica; $\sigma_I$ : desvío; $S_k$: asimetría; $K_g$: curtosis; F. formación; FL: F.Luján; M: miembro.

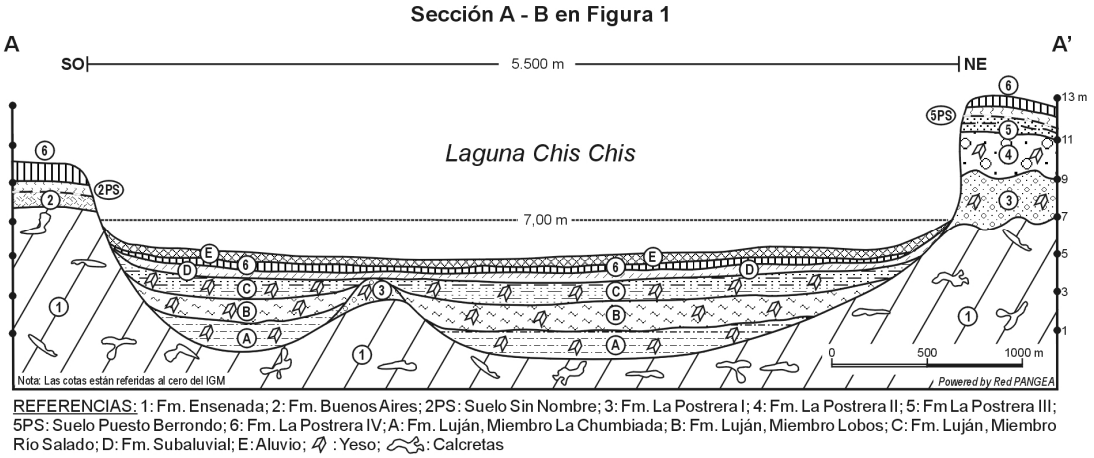



Figura 2: Perfil geológico SO-NE de la laguna Chis Chis

## PROPUESTA DE INTERPRETACION PALEOAMBIENTAL

La cuenca del río Salado se ha caracterizado desde el último glacial por una sucesión climática alternante seco-húmedo que prevalece hasta el presente, coincidente con los conceptos de rexistasia y biostasia de Erhart (1956), representada por cinco etapas secas y otras tantas húmedas, la última de las cuales corresponde al clima actual. Las rexistásicas se caracterizaron por clima predominantemente frío y seco, deflación, excavación de cubetas, generación de playas, sabkhas y/o lagos salados, con precipitación de yeso, calcita y dolomita, pelletización acumulación de depósitos eólicos: arenosos, limosos y arcillosos. En tanto las biostásicas fueron cálidas y húmedas, donde predominó el modelado, el aluvionamiento en los sucesivos ambientes acuáticos alojados en las cubetas eólicas y la pedogénesis en los afloramientos. Las evidencias de todos estos fenómenos se encuentran en los lechos de los ambientes acuáticos de la cuenca y en los afloramientos de sus barrancas. La laguna Chis Chis tiene un origen semejante al explicitado, cuya excavación eólica se inició en el Pleistoceno tardío, durante las acciones eólicas que ampliaron el primitivo valle fluvial hasta transformarlo en una cubeta de 8 m de profundidad; en cambio, el modelado continúa hasta el presente. Las edades consideradas y la propuesta de la interpretación paleoclimática se basaron en la secuencia de estadios isotópicos (EIO4 a 1), los episodios pedegenéticos (S4 a S0) y las fases eólicas de dunas/loess (D5-L5 a D1-L1), relacionadas con las variaciones climáticas cuaternarias en las llanuras sudamericanas, con énfasis en las argentinas de la región pampeana y chaqueña, establecidas por Iriondo y García (1993), Iriondo (1994 y 1999) e Iriondo y Kröhling (1995 y 2007).

Así, los depósitos superficiales más antiguos de la región corresponden a la Formación Ensenada (Riggi *et al.* 1986), los que constituyen la roca de base del paisaje actual y el sustrato de las cubetas lagunares. Según Frenguelli (1957), durante el Pleistoceno medio predominó el clima húmedo y el modelado fluvial, mientras que en el Pleistoceno superior hubo una importante etapa fría y seca, con excavación de cubetas y acumulación del loess de la Formación Buenos Aires (Riggi *et al.* 1986), cuya edad supera los 64 ka y se correspondería con el estadio isotópico EIO4 y fase climática D5-L5. A la etapa seca siguió un período de estabilidad, en cuyo transcurso se acumuló el primer depósito del registro paleolimnológico, representado por la Formación Luján, Miembro La Chumbiada (Dillon y Rabassa 1985), equivalente al Lujanense (rojo) de Ameghino (1889). Además en esta etapa se concretó la pedogénesis de la Formación Buenos Aires, representada por el Suelo Sin Nombre. Este nivel estratigráfico correspondería al estadio isotópico EIO3 y pedogenético S4, con una edad entre < 64 y 36 ka. Al episodio anterior siguió uno frío y seco. La evidencia de este primer evento climático seco "posbonaerense" se encuentra en la costa oriental como un depósito eólico en duna de arcilla, correlacionable con la Formación La Postrera I. Este nivel estratigráfico representa la fase climática D4-L4 del estadio isotópico EIO2, que representa al último Máximo Glacial (<36>18 ka). En la siguiente etapa cálida y húmeda se acumuló la Formación Luján, Miembro Lobos, equivalente al Lujanense (verde) de Ameghino (1889). Estos sedimentos contienen restos de organismos de agua dulce y de linaje marino de origen atalásico. Este evento climático podría corresponder a la fase final del EIO2 y pedogenética S3, con una edad probable entre los 18 y 14 ka. La siguiente etapa fría y seca está representada por los depósitos en duna de arcilla con yeso de la Formación La Postrera II (Dangavs 2005c), así como por el funcionamiento de una sabkha y/o un lago salado, denotada por la presencia de yeso, pellets de arcilla y los restos de abolengo marino alojados en la unidad anterior. Esta unidad se correlaciona con el Platense eólico de Frenguelli (1957) y la Formación La Postrera I de Fidalgo (1990). Este nivel estratigráfico representaría a la fase climática D3-L3 del Pleistoceno final (14 a 8,5 ka). En la etapa de biostasia siguiente se acumuló el tercer depósito paleolímnico, constituido por los sedimentos del ambiente dulciacuícola lagunar a palustre calcareo-dolomítico de la Formación Luján, Miembro Río Salado, correlacionable con el Piso Platense de Ameghino (1889) y el Platense fluvial de Frenguelli (1957). Este nivel estratigráfico se asigna al estadio isotópico EIO1 y pedogénico S2 del Intervalo Hypsithermal (8,5 a 3,5 ka).

En el lapso Holoceno medio/superior se produjeron aún cuatro episodios climáticos alternantes, siendo el cuarto el más breve, el que incluye al tiempo actual. El primero fue seco, con precipitación de carbonatos y yeso en la cubeta y deflación de los depósitos del Miembro Río Salado y su acumulación como sedimentos eólicos de la Formación La Postrera III (Dangavs 2005c),

correlacionables con el Cordobense (Castellanos1918) y la Formación La Postrera II de Fidalgo (1990). Este nivel estratigráfico se correspondería con la fase climática D2-L2 de clima subtropical seco (3,5 a 1,4 ka). En la siguiente etapa cálida y húmeda se acumuló el último depósito paleolímnico, representado por la Formación Subaluvial (Doering 1884), equivalente al Piso Aimarense de Ameghino (1889). Este depósito estaría representado por la etapa climática entre 1,7 y 0,7 ka (pedogénica S1), durante la cual se desarrolló en la Formación La Postrera III el Suelo Puesto Berrondo (en el sentido de Fidalgo,1990), que se corresponde con el Máximo Medieval. Sin embargo, otros autores asignan al Suelo Puesto Berrondo entre 5/4-2,5 ka, (cf. Zárate, *et al.,* 2000; Prieto *et al*., 2004 y Fucks *et al*., 2007). Esta discrepancia se debe a que pedogénesis en sedimentos de mayor edad llevan el mismo nombre. Las de mayor edad representan a suelos desarollados en secuencias aluviales, generalmente del Miembro Río Salado, mientras que esta referencia corresponde al paleosuelo generado en un depósito eólico del Holoceno tardío que conserva la denominación original de sus autores (Fidalgo et al.,1973). No está en los alcances del trabajo proponer modifaciones al respecto

La última etapa seca se caracterizó por deflación de sedimentos de la Formación Subaluvial, precipitación de yeso en ambiente de sabkha, presencia de organismos de abolengo marino y depositación de los sedimentos eólicos más recientes en interfluvios y el lecho lagunar. Estos depósitos se correlacionan con la Formación La Postrera IV (Dangavs 2005c) y se asignan a la fase climática D1-L1, denominada "Pequeña Edad de Hielo" (0,7 a 0,2 ka). Finalmente, el régimen húmedo actual es el que posibilita la acumulación del Aluvio reciente y el desarrollo y evolución de los suelos actuales a expensas de la Formación La Postrera IV (pedogénesis S0). La edad que se le asigna a los depósitos aluviales apenas supera los 0,2 ka. Cabe destacar que Fucks et al. (2007) señalan que el desarrollo de los sedimentos aluviales comenzó hace unos 2,5 ka, lo cual es improbable, dado que el Aluvio representa solamente al húmedo actual.

## CONCLUSIONES

La laguna Chis Chis es una cuenca de sedimentación, cuya cubeta fue excavada en el Pleistoceno superior, durante las acciones eólicas de deflación-acumulación del "bonaerense". Los depósitos colmatantes de su lecho abarcan 64 ka de sedimentación discontinua, representados por 5,5 m de sedimentos, correspondientes a cuatro paleoambientes acuáticos, un depósito eólico y los del ambiente actual. Los ambientes acuáticos dulciacuícolas representan a los ciclos húmedos y las etapas pedogenéticas sincrónicas. En cambio, las evidencias de los episodios secos se encuentran en las barrancas e incluso el lecho lagunar comor depósitos eólicos de apariencia loéssica y en duna de arcilla, generados en la propia cubeta y por sedimentos químicos precipitados en ambiente de sabkha, playa y/o lago salado, representados por depósitos de yeso, calcita y dolomita y como rareza restos de organismos de abolengo marino, traídos por aves marinas. Incluso, estos paleoambientes salinos fueron los generadores de los pellets que alimentaron los depósitos eólicos.

## Agradecimientos

A la CIC por la financiación del proyecto, mediante Subsidio Res. 730/ 07, a la Lic. María L. Mormeneo por la realización de los análisis texturales de los sedimentos y a los árbitros del trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ameghino, F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Actas 6: 1028 p.

Carver, R. (Ed.).1971. Procedures in Sedimentary Petrology. Wiley Interscience. New York. 653 pp.

Castellanos, A. 1918. Observaciones preliminares sobre el Pleistoceno de la provincia de Córdoba. Boletín Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, 23: 232-254.

Dangavs, N. 1979. Presencia de dunas de arcillas fósiles en la Pampa Deprimida. Asociación Geológica Argentina, Revista 34 (1) : 31-35.

Dangavs, N. 2005a. Los depósitos de yeso intrasedimentario de las lagunas Encadenadas de Chascomús, de Buenos Aires. XVI Congreso Geológico Argentino, Actas 5: 141-148. La Plata.

Dangavs, N. 2005b. Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires. En: De Barrio, R., Etcheverry, R., Caballé, M. y Llambías, E. (editores): Relatorio XVI Congreso Geológico Argentino, capítulo XIII: 219-236. La Plata.

Dangavs, N. 2005c. La Formación La Postrera I, II, III y IV de la laguna Las Barrancas de Chascomús, Buenos Aires. XVI Congreso Geológico Argentino Actas 4: 115-122. La Plata

Dangavs, N. 2009. Los paleoambientes cuaternarios del arroyo La Horqueta, Chascomús, provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina 64 (2) (en prensa).

Dangavs, N. y Blasi, A. 2003. El Miembro Lobos de la Formación Luján: Cambio de rango de la Fm. Lobos, unidad estratigráfica del Pleistoceno superior de la cuenca del río Salado, Buenos Aires. II Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Actas: 67-74. San Miguel de Tucumán.

Dillon, A. y Rabassa, J. 1985. Miembro La Chumbiada, Formación Luján (Pleistoceno, provincia de Buenos Aires): Una nueva unidad estratigráfica del valle del río Salado. I Jornadas Geológicas Bonaerenses, Resúmenes, p 27. Tandil.

Doering, A. 1884. Estudios hidrognósticos y perforaciones artesianas en la República Argentina. Boletín Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, 6: 259-340. Córdoba.

Erhart, H., 1956. La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Masson et Cie. Paris. Traducción castellana de 1965 de la Universidad Nacional del Sur. 121pp.

Fidalgo, F. 1990. La Formación La Postrera. Simposio Internacional sobre Loess. INQUA. Resúmenes Expandidos: 78 - 83 . Mar del Plata.

Fidalgo, F., De Francesco, F. y Colado, U. 1973. Geología superficial en las Hojas Castelli, J. M. Cobo y Monasterio (Provincia de Buenos Aires). V Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 27-39. Carlos Paz.

Folk, R. 1968. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill's, Austin. 170 pp.

Frenguelli, J. 1957. Neozoico. En: Geografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA) 2, 3ª parte : 1-113. Buenos Aires.

Fucks, E,, Huarte, R., Carbonari, J. y Figini, A. 2007. Geocronología, paleoambientes y paleosuelos holocenos en la región pampeana. Revista de la Asociación Geológica Argentina 62 (3): 425-433.

Iriondo, M. 1994. Los climas cuaternarios de la región pampeana. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino", 4 (2): 1-48. Santa Fe.

Iriondo, M. 1999. Climatic changes in the South American plains: Record of a continental-scale oscillation. Quaternary International 57/58: 93-122.

Iriondo, M. y García, N. 1993. Climatic variations in the Argentine plains during the last 18.000 years. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 101: 209-220.

Iriondo, M. y Kröhling, D. 1995. El sistema eólico pampeano. Comunicaciones Museo Provincial de Ciencias Naturales 5 (1): 1-68. Santa Fe.

Iriondo, M. y Kröhling, D. 2007. Geomorfología y sedimentología de la cuenca superior del río Salado (sur de Santa Fe y noroeste de Buenos Aires, Argentina). Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis 14 (1): 1-23.

Prieto, A., Blasi, A. De Francesco, C. y Ferández, C. 2004. Environmental history since 11,000 $^{14}$C yr B.P. of the northeastern Pampas, Argentina, from alluvial sequences of the Luján River. Quaternary Research 62: 146-161.

Riggi, J., Fidalgo, F., Martínez, O. y Porro, N. 1986. Geología de los "Sedimentos Pampeanos" en el partido de La Plata. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 41 ( 3-4 ): 316 – 333.

Zárate, M., Kemp, R., Espinosa, M. y Ferrero, L. 2000. The pedosedimentary and palaeoenvironmental significance of a Holocene alluvial sequence in the southern Pampas, Argentina. The Holocena 10 (4): 481-488.