

2022, Volumen 7, Número 1: 39-78

---

## **La Aloformación La Postrera en su localidad tipo, río Salado, Lezama, provincia de Buenos Aires, Argentina: significado paleoambiental y paleoclimático**

**Nauris Vitauts Dangavs<sup>1</sup> y Leonardo Raúl Pierrard<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Geomorfología y Suelos, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. [nauris@igs.edu.ar](mailto:nauris@igs.edu.ar)

<sup>2</sup>Yacimientos Petrolíferos Fiscales S.A., Argentina. [leopierrard@hotmail.com](mailto:leopierrard@hotmail.com)



## **La Aloformación La Postrera en su localidad tipo, río Salado, Lezama, provincia de Buenos Aires, Argentina: significado paleoambiental y paleoclimático**

**Nauris Vitauts Dangavs<sup>1</sup> y Leonardo Raúl Pierrard<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Geomorfología y Suelos, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. nauris@igs.edu.ar

<sup>2</sup>Yacimientos Petrolíferos Fiscales S.A., Argentina. leopierrard@hotmail.com

**RESUMEN.** El paraje La Postrera se encuentra a la vera del río Salado de la provincia de Buenos Aires. El relieve del lugar es llano, salvo por la presencia del montículo eólico de la margen izquierda que se eleva casi 12 m sobre el río, donde fue definida la Formación (Fm) La Postrera para caracterizar sedimentos eólicos desde la “Edad-mamífero” Lujanense hasta tiempos recientes. En trabajos posteriores se reconoció que su distribución era mucho más amplia y que en la misma se podían reconocer tres niveles estratigráficos acumulados en el Pleistoceno tardío, el Hipsithermal y el último milenio, respectivamente. En 2005 se modificó dicho esquema, introduciéndose una nueva unidad basal, renombrando las restantes, quedando dicha Formación representada por cuatro unidades (I a IV), que abarcan del Máximo Glacial a la Pequeña Edad de Hielo. En vista de este hallazgo se resolvió examinar el sitio originario de esta unidad litoestratigráfica y ampliar la escasa información acerca de la misma y su entorno, realizada por sus autores. De esta manera se estableció que en el paraje La Postrera afloran 14 unidades estratigráficas, que se extienden del Pleistoceno temprano-medio al presente, donde en la planicie la Fm Ensenada conforma el lecho del río, sobre la cual se reconocen las Formaciones Buenos Aires y su paleosuelo, Luján (Miembros La Chumbiada, Lobos y Monte, todas representadas por ambientes originados en aguas continentales dulciacuícolas), Canal de las Escobas, Miembro (Mb) Canal 18, de origen marino, una eólica y el Aluvio reciente. En cambio, en el montículo eólico aflora la Fm La Postrera con cuatro unidades (I-IV), separadas por discontinuidades y dos paleosuelos. En vista que cada unidad de la Fm La Postrera está separada por límites bien definidos, sean discontinuidades o paleosuelos cubiertos por otra unidad, se consideró conveniente aplicar a la misma los criterios que definen la Aloestratigrafía y redefinir la Fm La Postrera como Aloformación (Alofm), integrada por cuatro Alomiembros (Alombs) (I-IV). Por otra parte, el Pleistoceno tardío-Holoceno de la cuenca del Salado se caracteriza por una sucesión climática alternante seco-húmeda de cinco etapas cada una que rige hasta el presente. En las “etapas secas” hubo deflación, lagos salados, precipitación de sales (principalmente yeso) y depósitos eólicos. En las “etapas húmedas” ambientes acuáticos, sus depósitos y pedogénesis. La interpretación paleoambiental se basó en los estadios isotópicos de oxígeno (EIO4-1), las fases eólicas de dunas-loess (D5-L5 a D1-L1) y los episodios pedogénicos (S4-S0), relacionados con las variaciones climáticas del Pleistoceno tardío-Holoceno de la región pampeana.

**Palabras clave:** Cuaternario eólico; Paleoclimas; Llanura pampeana; Cuenca del Salado; Aloestratigrafía

**ABSTRACT. The Alloformation La Postrera at its type locality, Salado River, Lezama, Buenos Aires Province, Argentina: palaeoenvironmental and paleoclimatic significance.** The “La Postrera place” is located on the Salado River coast at northeast region of Buenos Aires Province, characterized by plain relief, except on the left bank where an eolian mound strip arise almost 12 m above the river. In this place the La Postrera Formation was defined to characterize eolian sediments, encompassing from Lujanian Land-mammal Age to the recent time. In later works it was recognized that its distribution was more extensive and that three stratigraphic units can be distinguished in it, accumulated in the late Pleistocene, the Hypsithermal and the last millennium, respectively. In 2005 this schema was modified, introducing a new basal unit, renaming the rest, so the Formation become represented by four units (I to IV) that span from the Glacial Maximum to the Little Ice Age. In view of this finding, it was decided to examine the original site of this lithostratigraphic unit and expand the scarce information about it and its surroundings made by their authors. In this way it was established that 14 stratigraphic units crops out in La Postrera place, extending from the early-middle Pleistocene to the present time, where in the plain the Ensenada Formation constitute the river bed, on which it was recognized the following Formations: Buenos Aires and their paleosol, Luján with La Chumbiada, Lobos and Monte Members, all made up by inland freshwater environments, Canal de las Escobas, Canal 18 Member, of marine origin, an eolian unit and the recent Alluvium deposits. In the eolian mound, crops out La Postrera Formation with its four units (I to IV) and two paleosols. As each unit of the La Postrera Formation is separated by well-defined limits, whether they are discontinuities or paleosols, it was considered convenient to apply the Allostratigraphic concepts to it and redefine the former as the La Postrera Alloformation, made up by four Allomembers (I-IV). The Late Pleistocene-Holocene ages of the Salado River basin are characterized by an alternating dry-humid climatic succession that prevails until the present time (five stages each one). In the “dry stages” there was deflation, salty lakes, salt precipitation (mainly gypsum) and eolian deposits. In “humid stages” aquatic environments prevailed, its deposits and pedogenesis. The paleoenvironmental interpretation was based on the oxygen isotopic stages (EIO4-1), the dune-loess aeolian phases (D5-L5 to D1-L1) and the pedogenic episodes (S4-S0), related to the climatic variations of the Late Pleistocene-Holocene of the Pampean plain.

**Key words:** *Eolian Quaternary; Paleoclimates; Pampean Plain; Salado River basin; Allostratigraphy*

**RESUMO. A Aloformação La Postrera em sua localidade tipo, Río Salado, Lezama, Província de Buenos Aires, Argentina; importância paleoambiental e paleoclimática.** A área de La Postrera está localizada às margens do rio Salado, na província de Buenos Aires. O relevo do local é plano, exceto pela presença do montículo eólico da margem esquerda, que se eleva quase 12 m acima do rio, onde foi definida a Fm La Postrera para caracterizar sedimentos eólicos desde a "Idade Mamífero Lujanense" até tempos recentes. Em trabalhos posteriores reconheceu-se que a sua distribuição era muito mais ampla e que se podiam reconhecer três níveis estratigráficos acumulados no Pleistoceno tardio, o Hipsitermal e o último milênio, respetivamente. Em 2005, o referido esquema foi modificado, introduzindo uma nova unidade basal, renomeando as demais, ficando a referida Formação representada por quatro unidades (I a IV), que vão desde o Máximo Glacial até a Pequena Idade do Gelo. Diante deste achado, decidiu-se examinar a localidade original desta unidade litoestratigráfica e ampliar a escassa informação sobre ela e seu entorno, elaborada por seus autores. Desta forma, estabeleceu-se que 14 unidades estratigráficas afloram na área de La Postrera, que se estendem desde o Pleistoceno inicial-médio até o presente, onde na planície a Fm Ensenada forma o leito do rio, sobre a qual se reconhecem as Formações Buenos Aires e seu paleossolo, Luján (Membros La Chumbiada, Lobos e Monte, todos representados por ambientes originados em águas doces continentais), Canal de las Escobas, Membro Canal 18, de origem marinha, uma eólica e o Aluvião recente. Por outro lado, no montículo eólico aflora a Fm La Postrera com quatro unidades (I-IV), separadas por descontinuidades e dois paleossolos. Dado que cada unidade da Fm La Postrera está separada por limites bem definidos, sejam eles descontinuidades ou paleossolos cobertos por outra unidade, considerou-se oportuno aplicar a ela os critérios que definem a alostratigrafia e redefinir a Fm La Postrera como Aloformação, integrada por quatro Alomembros (I-IV). Por outro lado, o Pleistoceno final-Holoceno da bacia do Salado é caracterizado por uma sucessão climática seca-úmida alternada de cinco fases cada uma que prevalece até o presente. Nas “fases secas” houve deflação, lagos salgados, precipitação salina (principalmente gipsita) e depósitos eólicos. Nas "fases úmidas", ambientes aquáticos, seus depósitos e pedogênese. A interpretação paleoambiental baseou-se em estágios isotópicos de oxigênio (EIO4-1), as fases

eólicas de dunas-loess (D5-L5 a D1-L1) e episodios pedogénicos (S4-S0), relacionados a variaciones climáticas del Pleistoceno de la región pampeana.

**Palabras-chave:** *Cuaternario Eólico; Paleoclimas; Planicie pampeana; Bacia do Salado; Aloestratigrafía*

### Introducción

Hasta fines del siglo XIX el curso del río Salado de Buenos Aires se cruzaba a caballo por sitios poco profundos denominados "pasos". Uno de ellos era conocido como el "paso de la isla Postrera", cuya denominación proviene de una antigua estancia de la margen derecha del río. Actualmente en el sitio existe un puente carretero del camino de tierra de Lezama a Castelli, denominado por los lugareños como "puente La Postrera" y el lugar "paraje La Postrera". El interés geológico del mismo radica en la importante faja eólica de gran altura de su margen izquierda, erosionada por el curso del río (Foto 1).



Foto 1. Imagen satelital del río Salado y el paraje La Postrera, la flecha marca el montículo eólico de La Postrera; cf. Fig. 1.

En el siglo XX dicho "paraje" había sido estudiado solamente por Cappannini (1949; 1952) y Fidalgo *et al.* (1973a). Cappannini definió las escarpas de erosión de la margen izquierda del sitio como terraza alta y baja. En la terraza baja reconoció depósitos de variado origen, a saber: aflorando sobre el agua sedimentos marinos del "Querandinense", cubiertos por limos tripoláceos (tierra de diatomeas) del Platense, encima se disponen sedimentos límnicos casi negros, cubiertos a su vez por un suelo arenoso pardo oscuro. En cambio, la terraza alta está formada en la base por limos loessoides pardos compactos que asignó al "Piso Ensenadense" de Ameghino (1889), cubiertos por un loess pardo claro a rojizo del "Piso Bonaerense" (Ameghino, 1889) que culmina en un suelo arenoso holopédico (sic) pardo oscuro. Este autor refiere el origen del loess a los vestigios geológicos de ciclos áridos muy recientes, que formaron cordones areno-loésicos al norte y sur del río Salado.

Años después, Fidalgo *et al.* (1973a), en base a los sedimentos eólicos del montículo del paraje, así como los análogos de la laguna Los Altos en Castelli (16 km al SO) y en otros dos sitios cercanos a Lezama crearon la Fm La Postrera para denominar los sedimentos eólicos del curso inferior del río Salado que suprayacen la Fm Pampiano, cuya edad se extiende desde la “Edad-mamífero” Lujanense hasta tiempos muy recientes. Estos autores reconocieron en el paraje 1,5 a 2,0 m de limos arenosos castaño amarillentos de la Fm Postrera, en cambio, en la laguna Los Altos identificaron dos depósitos eólicos asignables a dicha formación. El inferior consiste en 3,50 m de sedimentos gris blanquecinos con yeso y el superior por 2,0 m de sedimentos castaño amarillentos. Asimismo, en un préstamo de la Ruta 57 (Lezama-Pila), sin especificar el sitio, sobre la Fm Pampiano observaron otro depósito eólico gris claro a castaño amarillento de 0,60 m que constituye la cubierta sedimentaria de la región. Un último perfil representativo del área fue examinado en la escarpa de la laguna La Combe (3,5 km al NE de Lezama (cf. Fig. 1), donde en discordancia erosiva sobre la Fm Pampiano hay 0,90 m de sedimentos eólicos limo-arenosos castaños amarillentos, en cuyo seno a 0,45 m de la base presenta un suelo decapitado, enterrado por sedimentos de la misma unidad. Cabe destacar que estos autores denominaban Fm Pampiano al conjunto sedimentario Ensenadense + Bonaerense de Ameghino.

En aportes posteriores (Fidalgo *et al.*, 1975, 1986 y 1991; Fidalgo & Tonni 1978, 1981 y 1982 y Fidalgo 1983, 1990 y 1992) reconocieron que su distribución era más amplia, abarcando la mayor parte del territorio bonaerense. Los sucesivos trabajos de dichos autores, la suma de lugares y descripciones posibilitó a Fidalgo diferenciar en principio (*sic*) tres unidades eólicas de distinta edad, que fueron denominadas Fm La Postrera I, II y III (Fidalgo, 1990), constituidas por limos loessoides y arenas muy finas, depositadas en condiciones de clima templado y seco durante el Pleistoceno tardío, el Hipsitermal y el último milenio, respectivamente.

Dangavs (2005), 17 km al NO del “paraje La Postrera” reconoció en las escarpas eólicas de la laguna Las Barrancas una sucesión yuxtapuesta de dunas de arcilla, yeso y loess que se extienden por más de 4 km y que alcanzan hasta 18 m de altura respecto del plano lagunar. El examen de dichos depósitos eólicos le permitió modificar el esquema vigente e introducir una nueva unidad basal y renombrar las restantes, de forma tal que su estratotipo quedó constituido, hasta el presente, por las siguientes cuatro unidades: Fm La Postrera I, II, III y IV, que abarcan el intervalo entre el Máximo Glacial del Pleistoceno tardío a la Pequeña Edad de Hielo del Holoceno tardío-tardío.

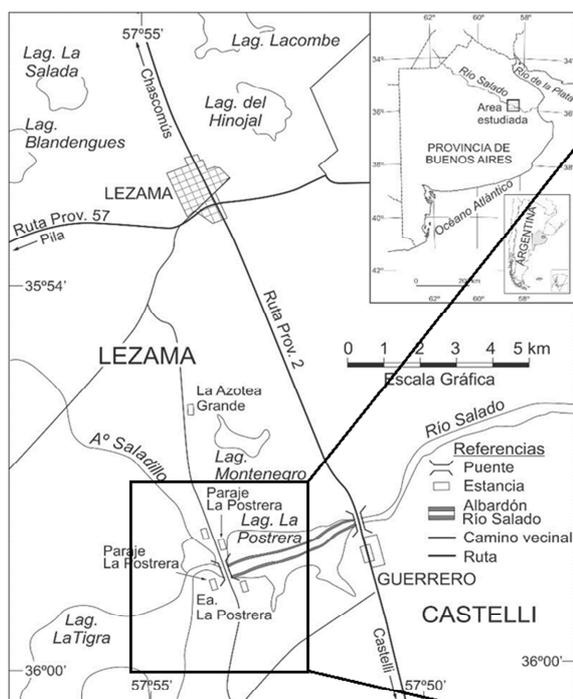


Figura 1. Croquis de ubicación del paraje La Postrera.

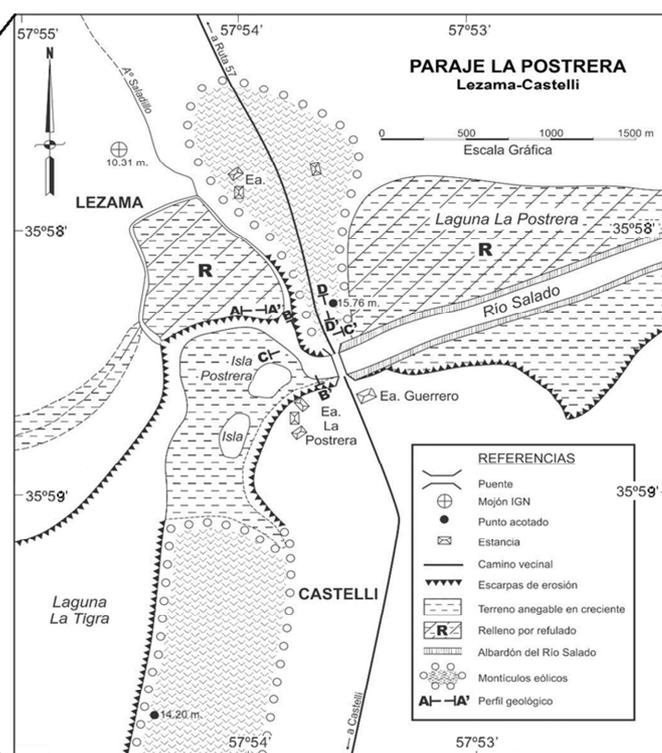


Figura 2: Mapa del paraje La Postrera, con indicación de los perfiles geológicos.

## Historia geológica de la "Cuenca del Salado"

La vasta llanura pampeana se sitúa en la región central de la Argentina y en la misma, la "Cuenca del Salado" (en sentido tectónico) se extiende entre el umbral de Martín García y las Sierras de Tandil (Ramos, 1999). La misma se ha investigado en base a pozos estratigráficos, datos geofísicos, muestreos en pozos de agua subterránea y con datos geológicos y paleontológicos de superficie. De esta manera se pudo establecer que la cuenca posee las características de un verdadero "rift" marginado por fracturas escalonadas que causaron el hundimiento del basamento igneo-metamórfico, sobre el cual se produjo la masiva acumulación sedimentaria hasta profundidades mayores a los 6000 m en su zona axial, la que coincide con el eje del río Salado (Braccini, 1972; Zambrano, 1972; Rolleri, 1975; Yrigoyen, 1975; Tavella, 2005). El contraste morfológico por el sur de la cuenca es neto, en cambio al norte el basamento cristalino es aflorante en territorio argentino solamente en la isla Martín García y subyacente a profundidades entre 280 y 400 m a lo largo del norte provincial que determinó el desarrollo de la "Pampa Ondulada". En cambio, la continua subsidencia del basamento en la cuenca fluvial del Salado y la abundante acumulación de sedimentos terrestres y marinos, el relieve resultante en la misma se caracterizó por el escaso modelado y su consecuente nivelación general, de ahí que dicha morfología dió lugar a su denominación de "Pampa Deprimida".

Sobre el basamento cristalino de esta depresión se acumularon capas del Jurásico superior y Cretácico que confirman la existencia de una cuenca tafrogénica extensional. A su vez, estas series sedimentarias están cubiertas por depósitos terciarios que, a diferencia de las anteriores, no están controlados por fallas, definiendo, según Rolleri (1975), una sineclisa. Este relleno sedimentario fue interpretado por Introcaso & Ramos (1984) como una cuenca aulacogénica sobre la base de su anomalía gravimétrica de Bouger positiva, su escasa actividad magmática, su relleno sinrift mesozoico, sus depósitos cenozoicos de hundimiento térmico y sus relaciones geométricas y temporales con el margen continental (Ramos, 1999).

En la Cuenca del Salado, la etapa final del Mesozoico está representada por depósitos marinos neríticos de la Fm Las Chilcas (Zambrano, 1971), los que alcanzan un espesor de 1190 m (Yrigoyen, 1975; 1999) y cuya edad está referida al Maastrichtiano-Paleoceno. El Paleoceno (66-56 Ma AP) representa al Paleógeno o Terciario temprano, que inicia la Era Cenozoica en la cuenca. Sobre la unidad anterior se depositaron respectivamente las Fms Los Cardos y Olivos (Zambrano, 1972; 1974; Yrigoyen, 1975; 1999) constituidas por depósitos continentales rojizos. Este grupo sedimentario representa a las edades Eoceno y Oligoceno, donde concluye el Paleógeno y da paso al Neógeno con el Mioceno, el que recubre la Fm Olivos con depósitos marinos neríticos que alcanzan un máximo de 815 m. La misma fue definida como Fm Paraná por Yrigoyen (1969; 1975). Según Chebli *et al.* (1999) la Fm Paraná posee dos registros diferentes, uno inferior transgresivo, compuesto por arcilitas verdes y otro superior regresivo formado por areniscas, a veces calcáreas y fosilíferas. El retiro del mar Paranense en el Mioceno Superior podría considerarse como la etapa inicial de la llanura pampeana (5,3 Ma AP ¿?). Por otra parte, el Plioceno se inició con depósitos terrígenos pardo rojizos que fueron asignados a la Fm Arroyo Chasicó (Pascual *et al.*, 1965) en base a sus restos fósiles de mamíferos. La unidad anterior fue cubierta en el Plioceno superior con un conspicuo depósito de arenas cuarzosas con un espesor promedio de 26 m, denominadas por los perforistas como "Arenas Puelches" y definidas por Santa Cruz (1972) como Fm Puelches, quien las consideró de origen fluvial. Con la Fm Puelches finaliza el Neógeno o Terciario Superior que da paso al Grupo Pampa, donde culmina la Era Cenozoica, representada por el período Cuaternario, el que abarca desde los 2,58 Ma AP hasta el presente y se divide en dos Series/Épocas: el Pleistoceno (2,58 Ma-0,0117 Ma AP) y el Holoceno (desde 11.700 años al presente), datos basados en la International Chronostratigraphic Chart of the International Union of Geological Sciences (Cohen *et al.*, 2013).

A su vez, la cuenca del río Salado por su condición de eje de la fosa tectónica que la aloja y la continua subsidencia de la misma causó la ingente acumulación de sedimentos en su seno. Este relleno fue determinante del relieve resultante, principalmente en el área del valle del Salado, el que se caracteriza por su nivelación general, el escaso modelado de la acción fluvial y las escasas ondulaciones eólicas en el paisaje de la cuenca

media y baja, a diferencia de la cuenca alta donde el relieve es mayormente eólico, de ahí su denominación de Pampa Arenosa. El resultado fisiográfico del relieve allanado de la cuenca limita la observación estratigráfica directa a las barrancas (escarpas) de cursos y cuerpos de agua, así como a canteras para áridos, excavaciones para edificación, pozos, etc.

En la Cuenca del Salado y otras áreas pampeanas, el Período Cuaternario está representado por el Pleistoceno y el Holoceno. El Pleistoceno está conformado por las Formaciones Ensenada y Buenos Aires (Riggi *et al.*; 1986), la Fm Ensenada representa al Pleistoceno inferior a medio, que se corresponde, según Bobbio *et al.* (1986), Nabel (1993), Bidegain *et al.* (1998) y Bidegain *et al.* (2005) con la Edad Magnética Matuyama ( $> 0,73$  Ma) y a la Fm Buenos Aires le corresponde la Edad Magnética Brunhes con una antigüedad  $< 0,73$  Ma, lo que permitiría asignarle edad pleistocena media a tardía (*cf.* Valencio & Orgeira, 1983; Bobbio *et al.*, 1986, Nabel (1993), Bidegain (1998) y Bidegain *et al.* (2005), etc.). Asimismo, entre el Pleistoceno tardío y el Holoceno temprano ocurrieron cuatro episodios climáticos alternantes: dos húmedos y dos secos. En la cuenca del río Salado, los episodios húmedos están representados por la Fm Luján (Mbs La Chumbiada y Lobos) y los secos por los Alombs I y II de la Alofm La Postrera. El Alomb I se sitúa en el Pleistoceno tardío-tardío y el II en el Holoceno temprano.

Por otra parte, en el resto del Holoceno se han podido identificar otras seis unidades estratigráficas, a saber: la Fm Luján, Mb Río Salado del Holoceno medio (ausente en el Paraje La Postrera), la Fm Canal de Las Escobas, Mb Canal 18 del Holoceno medio, El Alomb III de la Alofm La Postrera, del Holoceno tardío, la Fm Luján, Mb Monte del Holoceno tardío, el Alomb IV del Holoceno tardío-tardío y el Aluvio reciente ( $> 200 < 300$  años AP). Asimismo cabe destacar la presencia en la zona entre el Pleistoceno tardío y el presente de tres a cuatro paleosuelos y el suelo actual en desarrollo. Para concluir este acápite cabe destacar que en la zona axil de la Pampa Deprimida, quizás desde fines del Plioceno, fue desarrollándose paulatinamente el Río Salado durante las etapas de clima húmedo con un recorrido a veces divagante, quizás por razones tectónicas, en cambio en las etapas de clima seco se desarrollaron en su lecho cuencas de deflación, que en las etapas de clima húmedo se transformaron en cubetas lagunares (La Tigra, Las Flores Grande y Chica, La Salada, etc, o en su perifería (Lag. Esquivel, del Siasgo, La Postrera, etc., y también en numerosas paleocubetas (p. ej. la tercera del Arroyo La Horqueta, de  $7,2 \text{ km}^2$ , que es atravesada por el curso fluvial (*cf.* Dangavs, 2009c), etc.

### Materiales y Métodos

El proyecto se basó en un levantamiento topográfico-geológico en escala 1:2.500, nivelaciones de apoyo, observaciones geológicas y muestreo de la sucesión sedimentaria aflorante y en perforaciones, tareas éstas que se realizaron entre los años 2000 y 2007. El carteo y las nivelaciones se efectuaron mediante estación total Topcon GPT 3000, a partir de la marca altimétrica del IGN de cota 10,31 m, situada en la estancia La Teresita 2,1 km al NO del puente La Postrera y el transporte de dicha cota hasta la calzada del puente sobre el río Salado, a partir de la cual se realizaron todas las nivelaciones a lo largo del río y en el corte del camino con nivel Zeiss. Los datos altimétricos están referidos al cero del IGN. La base cartográfica consistió en mapas topográficos y cartas imagen satelitarias en escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN), hojas: 3557-32-3 (M.J. Cobo) y 3757-2-1 (Castelli) y las homólogas en 1:25.000 de la Dirección de Geodesia de Buenos Aires (DGBA). Asimismo, se utilizaron fotografías aéreas de 1984 de la DGBA en 1:20.000 (corridas 1184 a 1190).

El muestreo de los sedimentos de las distintas unidades del montículo eólico (sedimentos, paleosuelos y el suelo actual) se realizó en la escarpa de erosión, expuesta en la margen izquierda del río Salado, en el corte del camino y mediante perforaciones de hasta 5 m de profundidad en el núcleo del montículo mediante un barreno balde de cinco tramos. Las restantes unidades se muestrearon a lo largo de las escarpas bajas del río Salado y en su lecho, aguas arriba y abajo del puente La Postrera.

Es de señalar que hasta el año 2004 el montículo caía a plomo sobre el río (Figs. 4 y 5), posteriormente las obras hidráulicas del Plan Maestro (PMI, 1999) modificaron la forma del mismo (ver acápite de Marco Ambiental).

El estudio sedimentológico de sedimentos y suelos se realizaron en base a 70 muestras extraídas de afloramientos, perforaciones y el lecho fluvial, el que consistió en el análisis textural de todas las fracciones y la mineralogía de las gravas, arena y limo grueso. Los colores de los sedimentos fueron determinados en muestras secas, mediante la carta de colores Munsell (2010). Para el tamizado y pipeteo se utilizó la metodología expuesta en Carver (1971); la distribución granulométrica fue interpretada a partir de las curvas de frecuencia acumulada en papel probabilístico, la clasificación textural y el cálculo de los coeficientes estadísticos se basó en Folk (1968). El análisis mineralógico se realizó por microscopio binocular hasta la arena fina y en la arena muy fina y limo grueso mediante microscopio petrográfico. Las arcillas no fueron estudiadas y tampoco el suelo actual. Los paleosuelos se evaluaron brevemente, más bien desde el punto de geológico que el paleopedológico, por ser esta una materia fuera de nuestro alcance (cf. Imbellone & Cumba, 2003) y los bioclastos mayores fueron identificados macroscópicamente y los menores por microscopía binocular.

Cuando se efectuaron las tareas de campo en el paraje La Postrera no se realizaron dataciones cronológicas por falta de recursos; sin embargo, en los años 2008/9 en ocasión de una fuerte bajante del río Salado logramos obtener varias muestras de las escarpas del río Salado en la zona del puente El Venado (aguas arriba de La Postrera) que fueron datadas en el Laboratorio de Tritio y Radiocarbono del Museo de La Plata (LATYR). Asimismo, se utilizaron dataciones de otros autores a lo largo del río Salado y de otras localidades de la provincia de Buenos Aires (cf. el acápite de Bibliografía). Respecto a la escasa ilustración fotográfica del trabajo fue a consecuencia de que la cámara (Kodak Easy Share DX 7590) se cayó al río crecido mientras estábamos fotografiando el frente y los laterales del montículo eólico de La Postrera, previo a las obras hidráulicas del Plan Maestro (ver más adelante).

### Marco Ambiental

El paraje La Postrera abarca ambas márgenes del río Salado, región NE de la provincia de Buenos Aires, 11 km al sur de Lezama (Figs. 1 y 2), cuyo acceso al lugar es por el camino de tierra que cruza el río Salado en la progresiva km 84,1. En dicho sitio el perfil del río es asimétrico, con margen derecha estable y mucho más baja (5,2 a 8,8 m s. n. m.) que la inestable y activa margen izquierda (14,0 a 14,5 m s. n. m.), la que está constituida por la escarpa eólica cuyo frente de 370 m es erosionado por el río y que se alzaba 11,45 m sobre su nivel medio (3,50 m s. n. m.) previo al Plan Maestro (ver más adelante). En cambio, fuera del sitio, las escarpas de ambas márgenes se elevan entre 1,5 y 5,34 m sobre el nivel medio del río.

La altitud media de la región es de 7,2 m sobre el nivel del mar, la pendiente en la zona se halla entre 0,036 y 0,083 %, en consecuencia el relieve es llano salvo en la angosta faja de montículos eólicos del paraje que modifican el paisaje del sitio a muy ondulado. Esta faja eólica es de rumbo NO-SE, con una de longitud 1,8 km, entre 240 y 820 m de ancho y una altitud máxima en cota de 15,76 m, 12,26 m sobre el nivel medio del río (Fig. 2). Otra faja eólica afin se halla al sur del paraje, en la costa oriental de la laguna La Tigra (Figs. 1 y 2) y en la laguna Los Altos, ambos sitios en el partido de Castelli, que no fueron considerados en este aporte. La lomada de La Postrera está formada por antiguos montículos de dunas de arcilla (*lunettes*), yeso y médanos de limos arenosos integrados por diferentes depósitos sedimentarios superpuestos o yuxtapuestos, recortados al azar y degradados por la erosión fluvial, principalmente durante las crecientes mayores, de las cuales han quedado registros 4,5 a 5 m sobre el nivel medio del río formados por capas de hasta 20 cm de pelitas estratificadas en láminas de 2 a 10 mm de espesor con restos de conchillas, alojadas entre los sedimentos eólicos del montículo. Incluso, durante la creciente de agosto de 2000 el nivel del río alcanzó la cota de 9,84 m s. n. m., es decir 6,34 m sobre su nivel medio (Foto 2).



**Foto 2.** Vista desde la baranda del puente viejo sobre el río Salado durante la crecienste del año 2000, observándose el frente del montículo de La Postrera prácticamente cubierto por el agua.

En el sitio estudiado, el ancho originario del canal fluvial era hasta 2004 de 152 m, atravesado por un viejo y angosto puente de hierro de 175 m de luz, con cota de fondo de 1,48 m s. n. m. y 2,02 m de profundidad media (3,50 m s. n. m.). Entre 2004 y 2005, estos parámetros fueron sustancialmente modificados por las obras hidráulicas del “*Plan Maestro Integral de la Cuenca del Río Salado de la Provincia de Buenos Aires*” (cf. PMI, 1991), las que consistieron en el ensanche (180 m) y profundización del canal fluvial mediante dragado de succión a cotas cercanas al nivel del mar (0,5 m s. n. m.) y el reemplazo del viejo puente de hierro por otro de hormigón de mayor luz (275 m) constituido por la calzada y la losa de aproximación, todo ello en una cota muy superior a la anterior.

Para ensanchar el canal fluvial y eliminar lo que el Plan Maestro denominara “constricciones al escurrimiento fluvial”, ocasionadas, entre otros motivos, por la presencia del montículo eólico de La Postrera, dicho Plan eliminó parte del mismo. A tal efecto, además de dragar el lecho fluvial, se abatieron con chorros de agua y succión unos 70 m del montículo. Los primeros 50 m de la escarpa próximos al canal fluvial fueron totalmente eliminados, los 20 m restantes perfilados hasta formar un talud de fuerte pendiente. Parte de los materiales del refulado fueron depositados al pie del talud, formando una plataforma de unos 25 m que sobresale más de 2 m sobre el nivel medio del río (Fig. 3). El material restante fue refulado aguas abajo y arriba del puente sobre ambas márgenes, así como en el lecho seco de la paleocubeta atravesada por el canal del río, la que en crecientes constituye la laguna periódica La Postrera, la que ahora se ha convertido en un campo de sembradío (Figs. 2 y 5). Es de señalar que el material refulado en 2005 sobre la escarpa de la margen izquierda, años después había desaparecido por la erosión fluvial de las crecientes, principalmente la de 2014/15.

### **Marco Geológico**

El paraje La Postrera se encuentra emplazado en terrenos sedimentarios cuaternarios, cuyas exposiciones se restringen a las escarpas de erosión del río Salado y el corte vial que atraviesa el montículo eólico. En condiciones hidrológicas normales se reconocen en el sitio catorce unidades estratigráficas. De ellas, seis son litoestratigráficas, cuatro aloestratigráficas, tres pedoestratigráficas y una informal; queda excluido de ésta lista el suelo actual en desarrollo a expensas del depósito eólico más reciente. (Tabla 1, Figs. 3 a 6 y Fotos 3 a 5). Seis unidades litoestratigráficas, un paleosuelo, una aloestratigráfica y la unidad informal afloran en escarpas bajas del río a lo largo del canal fluvial, el resto en el montículo eólico (una se repite), las que se describen a continuación, en ese orden, de base a techo. El cuadro estratigráfico de los sedimentos aflorantes en el paraje, así como el esquema comparativo de dichas unidades, según los distintos autores están indicados en la Tabla 1.

Asimismo, los parámetros texturales y estadísticos medios de las unidades estratigráficas del cauce fluvial se hallan representados en la Tabla 2.

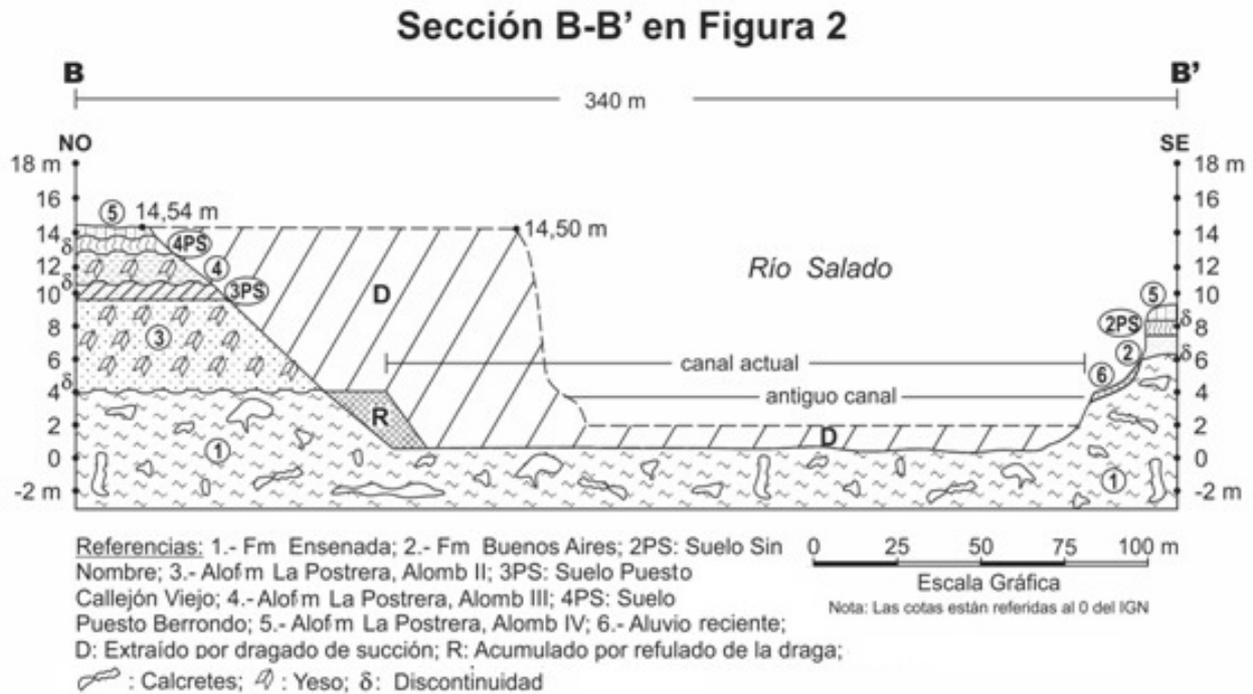


Figura 3. Perfil geológico NO-SE del montículo eólico y el río Salado, posterior al dragado, según la sección B-B' de la Figura 2.

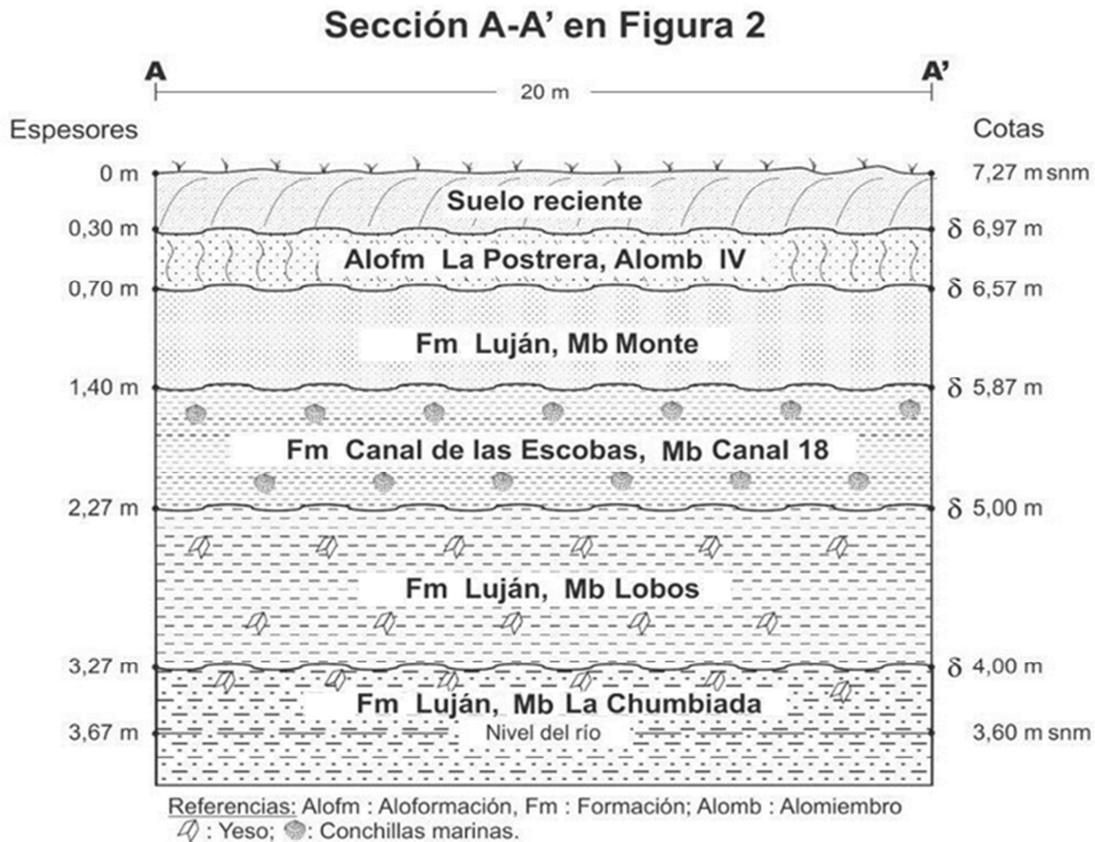


Figura 4. Perfil geológico A-A' de la escarpa del río Salado de la margen izquierda, 600 m aguas arriba del puente La Postrera, donde no afloran las Formaciones Ensenada y Buenos Aires.

**Tabla 1.** Cuadro estratigráfico Cuaternario del paraje La Postrera y comparativo con los esquemas de otros autores.

Unidades Litoestratigráf.	Edad	Fidalgo <i>et al.</i> , 1973 a y b. Fidalgo, 1990	Fucks <i>et al.</i> , 2015	Iriondo & Kröhling 1995/96/2007 Iriondo 1999	Toledo 2005; 2011
Aluvio reciente y suelo actual (S0) (11)	= o < 300 años AP	Aluvio	Aluvio	200 años AP	Arianense (suelo)
Alofm La Postrera Alomb.IV (10)	Holoceno tardío-tardío	Fm La Postrera III	Aluvio (?)	Pequeña Edad de Hielo; D1-L1; 800-200 años AP	-----
Fm Luján, Mb Monte; (9)	Holoceno Tardío	Fm Subaluvial Suelo Puesto Berrondo (S1)	Fm Luján, Mb. Pte. Las Gaviotas Geosuelo Frigor. Gral. Belgrano	Máximo Medieval 1.400-800 años AP	Sec. D Areco (Aymareense) 3.000-2.500 años AP
Alofm La Postrera Alomb. III (8)	Holoceno medio a tardío	Fm La Postrera II	Fm Luján, Mb. Pte. Las Gaviotas (?)	D2-L2; 3.500-1.400 años AP	-----
Fm Canal de las Escobas, Mb Canal 18 (7) ZZ	Holoceno temprano a medio	Fm Las Escobas Mb. Canal 18 Suelo Pto. Callejón Viejo: (S2)	Fm Canal de las Escobas, Mb Canal 18 6.800-6.500 años AP	EIO1 Hipsithermal 8.500-3.500 años AP	Sec. La Plata Querandinense - Platense) 13-3000/2.500 años AP
Alofm La Postrera Alomb. II (6)	Holoceno temprano a medio	Fm La Postrera I	-----	D3-L3 14.000-8.500 años AP	-----
Fm Luján, Mb Lobos; (5) PSLH (S3)	Holoceno temprano	Fm Luján, Mb Guerrero	Fm Luján, Mb Gorch	Fase final EIO2 18.000-14.000 años AP	SD Luján Verde Super. 17/16-13 ka años AP
Alofm La Postrera Alomb. I (4)	Pleistoceno tardío-tardío	(S3) ¿?	-----	EIO2; D4-L4 Máxi-Glacial 35.000-20.000/18.000 años AP	-----
Fm Luján, Mb La Chumbiada; (3)	Pleistoceno tardío a tardío-tardío	Fm Luján, Mb Guerrero	Fm Luján, Mb La Chumbiada; 14.000-12.000 años AP	EIO3; > 35.000 años AP	SD Luján Rojo 37.000-30.000/16.000 años AP
SD Luján Verde Inferior; Toledo (2011) #	Pleistoceno tardío	Suelo Sin Nombre: SSN (S4)	-----	-----	SD Luján Verde Inferior 55.000/50.000-30.000 años AP
Fm Buenos Aires < 0,73 Ma; (2)	Pleistoceno medio-tardío	Sedimentos Pampeanos	-----	EIO4? y EIO3 D5; > 50.000 años AP	SD Buenos Aires: 115.000-55.000 años AP
Fm Ensenada > 0,73 Ma; (1)	Pleistoceno temprano a medio	Sedimentos Pampeanos	-----	EIO 4; D6 Iriondo 1987	Grupo Dep. Ensenada > 500.000 años AP

**Referencias:** (1 y 2): Riggi *et al.*, 1986; (3): Dillon & Rabassa, 1985; (3); (4, 6, 8, 10): Dangavs, 2005; (5): Dangavs & Blasi, 2003; (5); MRS: Fidalgo *et al.*, 1973a; (7): Fucks *et al.*, 2010; (9): Dangavs & Pierrard, 2013; (11): unidad informal; Fm: Formación; Mb: Miembro; Alomb: Alomiembro; Alofm: Aloformación; SD: secuencia deposicional; GSD: idem grupo; (#): Unidad no hallada en la cuenca del río Salado; (S4-S1): paleosuelos; SSN: Suelo Sin Nombre; PSLH: Paleosuelo La Horqueta; SPCV: Suelo Puesto Callejón Viejo; SPB: Suelo Puesto Berrondo; ZZ: Fm Luján. Mb Río Salado; unidad ausente en el Paraje La Postrera, sustituida por el depósito marino.

### Estratigrafía del cauce fluvial de la zona de estudio

Como puede observarse en las Figs. 3 a 5 se han reconocido en la zona ocho unidades estratigráficas y un paleosuelo, de ellas dos constituyen el sustrato regional, las Formaciones Ensenada, Buenos Aires y su paleosuelo (Suelo Sin Nombre), una aloestratigráfica (Alofm La Postrera, Alomb IV), una marina (Fm Canal de las Escobas, Mb Canal 18) y cuatro fluvio-lacustres. Dos de ellas representan a la Fm Luján (*sensu* Fidalgo *et al.* 1973a) representada por Fidalgo, a rajatabla, por los Mbs Guerrero y Río Salado, incluso en su obra póstuma (Fidalgo, 1999) donde las menciona como “Depósitos Aluviales” a los cuales añade el Aluvio Reciente. Sin embargo, estudios posteriores introdujeron dos unidades más, una subyacente al Mb Guerrero que fue definida por Dillon & Rabassa (1985) como Fm Luján, Mb La Chumbiada y la otra, también como Fm Luján, el Mb

Monte (Dangavs & Pierrard, 2013) suprayacente al Mb Río Salado de Fidalgo. Esta unidad representa al piso Aimará de Ameghino (1889) y en nuestros trabajos previos también como Fm Subaluvial. Por otra parte, la sección superior del Mb Guerrero fue redefinida por Dangavs & Blasi (2003) como Fm Luján, Mb Lobos para evitar futuras confusiones que podrían generarse por el uso de una unidad de tan amplio espectro temporal generado por la introducción del Mb La Chumbiada, que equivaldría a un Mb Guerrero inferior, de modo tal que quedaba un Mb Guerrero Superior, que era preferible reemplazarlo por otro común en los ambientes lagunares y fluviales de la cuenca del Salado como el Mb Lobos o el Mb Gorch, este último definido por Fucks *et al.* (2015).

Asimismo, cabe destacar que la inclusión del Mb Monte en la Fm Luján se basó en el criterio de que todos los paleoambientes acuáticos de las cuencas de la Pampa Deprimida son miembros de la misma formación de origen lentic-lótico, separados por discontinuidades erosivas e incluso por unidades eólicas.

**Tabla 2:** Paraje La Postrera: Valores medios de parámetros estadísticos de sedimentos de las escarpas bajas del río Salado.

A %	L %	Ac%	Tex	Mo $\phi$	Mz $\phi$	$\sigma$	S <sub>K</sub>	K <sub>G</sub>	Unidades
18	49	33	FA	5; 11; 4	6,75	3,26	0,76	0,69	Aluvio reciente ( $\alpha$ )
22	55	23	LA	5; 11; 7	6,02	2,60	0,60	0,94	Aluvio reciente ( $\beta$ )
G 68	A 27	P 5	GA	-3; 1; 4	2,57	2,14	-0,36	1,02	Aluvio reciente ( $\beta$ )
5	62	33	F	11; 6; 8	7,45	2,93	0,50	0,84	Aluvio reciente ( $\alpha$ )
30	54	16	LA	4,5; 11	5,48	2,25	0,67	1,24	Alofm La Postrera, Alomb IV ( $\alpha$ )
34	53	14	LA	4;5; 11	5,16	1,99	0,56	1,20	Fm Luján, Mb Monte ( $\alpha$ )
20	59	21	LA	5; 11	5,81	2,18	0,45	0,95	Fm Luján, Mb Monte ( $\beta$ )
55	36	9	AL	4; 11	4,22	1,62	0,65	3,48	Fm Las Escobas, Mb Canal 18 ( $\alpha$ )
35	51	14	LA	4; 11	5,33	2,06	0,64	1,28	Fm Las Escobas, Mb Canal 18 ( $\alpha$ )
10	56	34	FA	11; 5; 7	7,28	3,04	0,29	0,88	Fm Las Escobas, Mb Canal 18 ( $\alpha$ )
68	22	10	AL	4; 11	4,08	1,54	0,62	4,27	Fm Luján, Mb. Lobos; y ( $\alpha$ )
46	46	8	LA	4; 11	4,68	1,53	0,71	1,70	Fm Luján, Mb. Lobos; y ( $\alpha$ )
57	38	5	AL	4	4,10	1,09	0,52	2,20	Fm Luján, Mb. La Chumbiada; y ( $\alpha$ )
38	55	7	LA	4	4,50	0,97	0,49	1,51	Fm Luján, Mb. La Chumbiada ( $\alpha$ )
24	50	26	FA	5; 11; 8	6,10	2,93	0,67	0,90	Suelo Sin Nombre, Hz. BCb ( $\beta$ )
32	58	10	LA	4,5; 11	4,94	1,66	0,53	1,20	Fm Buenos Aires ( $\beta$ )
28	59	13	LA	4,5; 11	5,20	1,88	0,56	1,24	Fm Buenos Aires ( $\beta$ )
33	62	5	LA	4	4,85	1,48	0,40	1,27	Fm Ensenada ( $\beta$ )
G22	A 30	48	FAG	5	2,30	3,70	0,05	0,90	Fm Ensenada ( $\beta$ )
G 32	A 54	P14	AGF	4; -3; 1	1,05	2,97	-0,44	0,56	Fm Ensenada ( $\beta$ )
G 63	A 33	P 4	GA	-3; 4; 1	0,93	2,92	-0,82	0,77	Fm Ensenada ( $\beta$ )

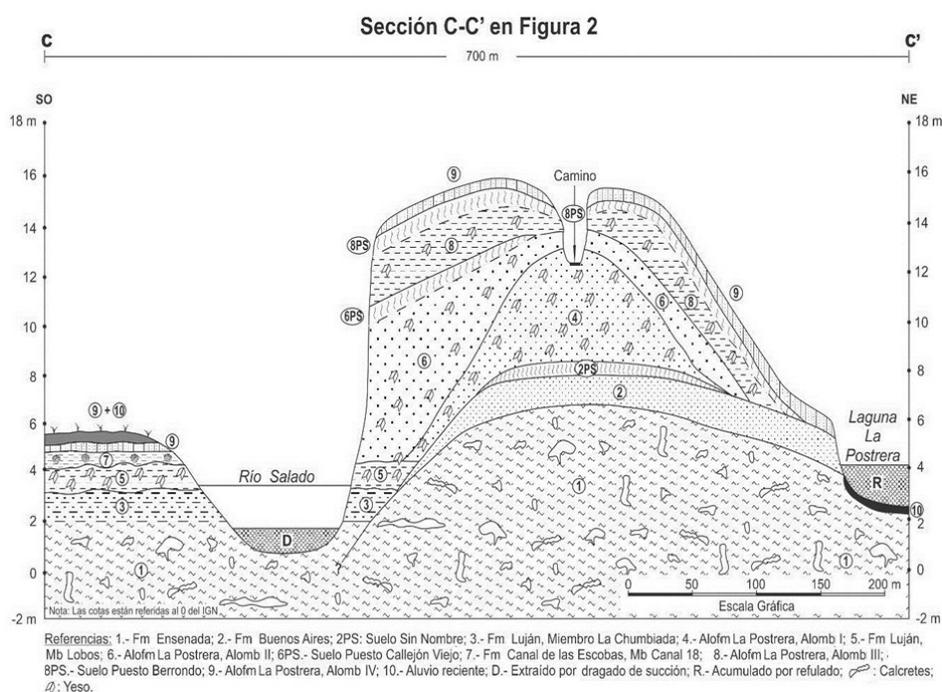
**Referencias:** A: arena; L: limo; Ac.: arcilla; G: grava, P: pelita; Tex.: textura; LA: limo arenoso; AL: arena limosa; FA: fango arenoso; AGF: arena gravosa fangosa; GA: grava arenosa; Mo: Moda; Mz: media gráfica;  $\sigma$ : desvío estándar; S<sub>K</sub>: asimetría; K<sub>G</sub>: curtosis; y: yeso; S: paleosuelo; H: horizonte de suelos con la nomenclatura pedológica; muestras de la margen izquierda ( $\alpha$ ) y derecha ( $\beta$ ); Fm: Formación; Mb: Miembro; Alofm: Aloformación.

### Unidad 1. Fm Ensenada (Tablas 1 y 2; Figuras 4 y 5)

La unidad más antigua de la región aflora en la porción basal de la margen derecha del río hasta la cota 6,2 m, de ahí que su espesor visible depende del estado hidrológico. A nivel medio afloran hasta 2,7 m de sus sedimentitas, constituidas por homeoconglomerados intraformacionales (Spalletti & Mazzoni, 1975) castaño oscuros (10YR4/4), limolitas arenosas castañas (10YR5/3) y fangolitas areno-gravillosas castaño oscuras (7,5YR4/3) macizas a estratificadas, bien consolidadas. Los homeoconglomerados presentan estratificación de clastos de pelitas redondeados y rodados de calcretes (4 mm a 3 cm), embebidos en una matriz limo-arenosa; en cambio las limolitas son homogéneas, macizas y muy compactas, en las que al romperse se pueden observar moldes de raíces y pequeñas oquedades recubiertas de una película de materia orgánica oscura. El conjunto se halla calcretizado en planchas horizontales y septos subverticales a verticales, parcialmente ennegrecidos por impregnaciones y recubrimientos de óxidos de Fe-Mn y Mn. Asimismo, estos materiales contienen calcretes botroidales y radiformes no rodados, grumos de pelitas y minerales volcánicoclasticos: plagioclasa límpida, trizas de vidrio volcánico fresco, relleno, recubierto por arcilla o alterado, cuarzo subredondeado, feldespato potásico anaranjado, líticos volcánicos, escasos minerales pesados: micas, anfíboles, magnetita, etc. Los restos

fósiles consisten en silicofitolitos y fragmentos de corazas y huesos de los grandes mamíferos extinguidos de la Pampa.

Esta unidad litoestratigráfica constituye el sustrato cuaternario de la cuenca del río Salado y se asigna en base a su posición estratigráfica y características litológicas a la Fm Ensenada (Riggi *et al.*, 1986) y se correlaciona con el “Ensenadense” de Ameghino (1889) y Frenguelli (1957). Su espesor no es conocido en la región. Por otra parte, la cronología paleomagnética la asigna al Cron Matuyama ( $> 0,73$  Ma); cf. Nabel & Valencio (1981), Valencio & Orgeira (1983), Bobbio *et al.* (1986), Orgeira (1987), Nabel (1993), Nabel *et al.* (1993), Bidegain *et al.* (2005), etc. Sin embargo, según Cione & Tonni. (2005) la biozona de *Mesotherium cristatum* es la base bioestratigráfica del Ensenadense y coincide espacialmente con la Fm Ensenada en el noreste de la región pampeana. (cf. Tonni *et al.*, 1999a). Según Soibelzon *et al.* (2008) en una cantera de los alrededores de La Plata, Tonni *et al.* (1999b) establecieron que los fósiles de la Biozona de *Mesotherium cristatum* se encuentran desde la base del cron Matuyama hasta más de 0,98 Ma AP (Subcron Clr1n). Asimismo, Soibelzon *et al.* (2008) refieren que algunas evidencias faunísticas como la presencia de *Arctotherium angustidens* en dicha cantera de La Plata estaría indicando que la edad de la Fm Ensenada podría extenderse hasta el evento Olduvai (Subcron C2n), entre 1,77 y 1,95 Ma. En síntesis, dichas determinaciones sugieren una edad situable entre el Pleistoceno temprano a medio y teniendo en cuenta que en el paraje aflora solamente la porción cuspidal de la misma, se podría considerar que su espesor visible podría representar al Pleistoceno medio o el Ensenadense cuspidal de González Bonorino (1965).



**Figura 5.** Perfil geológico SO-NE del montículo eólico, según la sección C-C' de la figura 2. Según la vista posterior al del dragado del sitio.

### Unidad 2. Fm Buenos Aires y Suelo Sin Nombre (Tablas 1 y 2; Figuras 4 y 5).

En el borde del cauce de la margen derecha, en discontinuidad erosiva sobre la Fm Ensenada se hallan 1,40 m de sedimentos loésicos que culminan en un paleosuelo truncado en el horizonte BCkb de 0,40 m de espesor. El conjunto (1,8 m) está constituido en la base por limos arenosos castaño amarillentos claros (10YR6/4), leve a bien consolidados, estructura migajosa, abundantes tubos de insectos, bioturbación de raíces, carbonato de calcio en forma de muñecos, concreciones de Fe-Mn y minerales volcánoclasticos: cuarzo subredondeado, plagioclasa límpida, vidrio volcánico en trizas límpidas a alteradas, feldespato potásico rojizo, líticos volcánicos castaños o grises, calcedonia y minerales pesados, con predominio de la magnetita. Los bioclastos son muy escasos, representados por sílicofitolitos y osteodermos de la Subfamilia *Glyptodontinae* y 3,4 km aguas abajo,

en la escarpa de la margen derecha del río hallamos un caparazón del género *Glyptodon* sp., que lamentablemente se perdió durante la creciente del año 2000 (Foto 3).

El horizonte BCkb del paleosuelo es castaño oscuro (10YR4/3) y de textura fango arenosa, ligeramente consolidado en seco y estructura en bloques subangulares medianos débiles. La mineralogía del paleosuelo es afín al material madre y la de los bioclastos se reduce a restos vegetales carbonosos, semillas, pequeños fragmentos de huesos de roedores y silicofitolitos. Cabe destacar que en el corte del camino, mediante perforaciones, se han localizado también estos sedimentos en la base del montículo eólico a más de 4 m de profundidad, donde su espesor es mínimo. También afloran en el borde occidental de la cubeta de la laguna periódica La Postrera (Fig. 5).



Foto 3. Caparazón de un *Glyptodon* sp. alojado en la Fm Buenos Aires

El horizonte BCkb del paleosuelo es castaño oscuro (10YR4/3) y de textura fango arenosa, ligeramente consolidado en seco y estructura en bloques subangulares medianos débiles. La mineralogía del paleosuelo es afín al material madre y la de los bioclastos se reduce a restos vegetales carbonosos, semillas, pequeños fragmentos de huesos de roedores y silicofitolitos. Cabe destacar que en el corte del camino, mediante perforaciones, se han localizado también estos sedimentos en la base del montículo eólico a más de 4 m de profundidad, donde su espesor es mínimo. También afloran en el borde occidental de la cubeta de la laguna periódica La Postrera (Fig. 5).

Las características litológicas y la posición estratigráfica de esta segunda unidad litoestratigráfica aflorante en la región fue denominada por Riggi *et al.* (1986) Fm Buenos Aires en el área de La Plata, la que hacemos extensiva a la región, equivalente al "Bonaerense" de Ameghino (1889) y Frenguelli (1957) y el Bonaerense o Pampeano Superior de González Bonorino (1965) y probablemente correlacionable con la Fm Invernada (Cantú, 1992) de Córdoba, la Fm Barranquita de San Luis (Latrubesse & Ramonell, 1990) y la Fm Tezanos Pinto (Iriondo & Kröhling, 1996) del sur de Santa Fe. Por otra parte, el paleosuelo truncado que corona la Fm Buenos Aires se correlaciona con la unidad pedoestratigráfica Suelo Sin Nombre (Fidalgo & Tonni, 1978 y Tonni & Fidalgo, 1978), cuya pedogénesis corresponde a la etapa de biostasia (húmeda) subsiguiente, durante la cual se acumularon en los lechos la Fm Luján, Mb La Chumbiada (Dillon & Rabassa, 1985), que podría representar la base del Pampeano Lacustre de Ameghino (1889) y la parte inferior del Mb Guerrero de (Fidalgo *et al.*, 1973a).

La mayoría de los autores que se han ocupado del "Bonaerense" o sus equivalentes, lo refieren al Pleistoceno tardío (Fidalgo *et al.*, 1975, etc.). A su vez, las dataciones paleomagnéticas lo atribuyen al Cron Brunhes (< 0,73 Ma), circunstancia que permitiría asignarle edad pleistocena media a tardía cf. Valencio & Orgeira, 1983; Bobbio *et al.* (1986), Nabel (1993), Bidegain (1998) y Bidegain *et al.* (2005), etc. Para Toledo (2011) la datación OSL de muestras loésicas del "Bonaerense" de la cuenca del río Luján establecieron edades

entre 73.000 y 57.000 años AP, que se corresponden con el avance glacial del EIO4 y el inicio del Último Máximo Glacial en el Pleistoceno tardío. Según Cione & Tonni (2005) la Biozona de *Megatherium americanum* constituye la base bioestratigráfica del Bonaerense, cuyo límite inferior coincide con la base de la Fm Buenos Aires en el NE de la provincia de Buenos Aires. Asimismo, la Fm Buenos Aires incluye a la Biozona de *Equus (Amerhippus) neogaeus*, esta especie está representada desde la base de la unidad, que corresponde al interglaciar del OIS 5e (130.000 años AP), base del Pleistoceno Superior (cf. Pardiñas *et al.*, 1996, Cione & Tonni, 1999, 2001). Sin embargo, para Zárate (2005) la identificación litológica, los límites estratigráficos y la cronología demasiado difusa de las Formaciones Buenos Aires y Ensenada, hasta ahora son aspectos aún debatibles.

### **Unidad 3. Fm Luján, Mb La Chumbiada** (Tablas 1 y 2; Figuras 3 y 5).

En estiaje, unos 400 m aguas arriba del puente La Postrera, aflora entre las cotas de 3,6 y 4 m de ambas márgenes el techo de un sedimento gris rosado (7,5YR6/2) a castaño grisáceo claro (10YR6/2) en seco, cuya potencia en los sondeos supera 1,8 m sin alcanzar el piso. En la zona del puente no se observa, pero 90 m aguas abajo aflora en cota 3,24 m, con espesor visible en estiaje de 0,55 m. Se trata de pseudo limos arenosos estratificados en láminas muy finas, friables a levemente consolidados y carentes de bioturbación. La composición mineral es principalmente volcanoclástica, acompañada por grumos de pelitas, pellets de arcilla castaños, cristales discoidales de yeso, concreciones calcáreas y de Fe-Mn, abundante vidrio volcánico en trizas límpidas, rellenas de arcilla o alteradas, cuarzo redondeado, plagioclasa límpida, feldespato potásico rojizo y amarillo, calcedonia, líticos volcánicos grises y rojos y escasos minerales pesados: micas, magnetita, hornblenda verde, castaña y epidoto.

Los bioclastos son abundantes y consisten en osteodermos del caparazón de *Glyptodon sp.*, exhumados en la margen derecha aguas arriba del puente y fragmentos óseos rodados de otros grandes mamíferos fósiles de la Pampa de “Edad-mamífero” Lujanense, así como restos de organismos de agua dulce: valvas de ostrácodos, conchillas de gasterópodos: *Heleobia parchappii* (D’Orbigny), *Biomphalaria peregrina* (D’Orbigny), *Succinea meridionalis* (D’Orbigny), *Lymnea viatrix* (D’Orbigny) y *Heleobia ameghini* (Doering) especie extinguida afín a la viviente *Heleobia piscium* (De Francesco & Blasi, 2012). Asimismo se destaca la presencia de escasos bioclastos eurihalinos de linaje marino, de origen atalásico, introducidos por aves marinas en aguas continentales (ver Unidad 4). Se trata de conchillas del gasterópodo *Heleobia australis* (D’Orbigny) y de muy raras cónculas de foraminíferos del género *Ammonia* (Brünnich).

Esta unidad litoestratigráfica constituye el primer depósito léntico del cauce fluvial, (Fig. 2), donde la laguna La Postrera aguas abajo del montículo eólico representa un paleoambiente fluvio-lacustre dulciacuícola, que en sus postrimerías se transformó en un sabkha o lago salado, hecho que se relaciona con la etapa de sequedad posterior, en cuyo transcurso se produjo la salinización, precipitación de yeso y pelletización por efecto salino (Tricart, 1954b, 1969, Bowler, 1973, Dangavs 1979, Goudie & Wells, 1995) y presencia de elementos faunísticos de linaje marino. Asimismo, esta unidad fluvio-lacustre constituye el depósito basal de la mayoría de las lagunas que desaguan en la cuenca baja y media del río Salado. Cabe destacar que en su localidad tipo (Balneario La Chumbiada) esta unidad se asienta en discontinuidad erosiva sobre la Fm Buenos Aires.

Por sus características litológicas, contenido fosilífero y posición estratigráfica esta unidad fluvio-lacustre representa a la Fm Luján, Mb La Chumbiada del Pleistoceno tardío (Dillon & Rabassa, 1985), para Tonni *et al.* (2003) es correlacionable con la sección basal del “Piso Lujanense” de Ameghino (1889), el Lujanense de Frenguelli (1957), la parte inferior del Mb Guerrero de la Fm Luján (Fidalgo *et al.*, 1973a) y con el primer depósito paleolímico de muchas lagunas de la cuenca del río Salado de Buenos Aires. Un dato muy interesante destacan Tonni *et al.* (1999a), al referir que entre la depositación de los Mbs La Chumbiada y Guerrero superior (Mb Lobos o Gorch) se produjo un dramático cambio faunístico que consistió en que diversas especies de la “Edad-mamífero” Lujanense del Mb La Chumbiada desaparecieron en el Mb Guerrero lo que se atribuye a

cambios en la vegetación, en respuesta a condiciones de mayor aridez y clima más frío (Prado *et al.*, 1987) y Tonni & Cione (1995). Sin embargo, Bonadonna *et al.* (1995) atribuyeron al Mb La Chumbiada a un corto período más cálido durante el último ciclo glacial entre 25.000 y 30.000 años AP, que podría relacionarse al OIS2. También es posible referir estos depósitos, en el sentido de Clapperton (1993) al Estadio Isotópico del Oxígeno3 (EIO3).

Por otra parte las dataciones radiocarbónicas del Mb La Chumbiada realizadas por Figini *et al.* (1998) en el Arroyo Tapalqué han dado los siguientes resultados: en el Mb Guerrero castaño (Mb La Chumbiada) en valvas LP 396:  $21.040 \pm 450$  y en  $\text{CO}^-$  disperso LP 955:  $17.020 \pm 160$  años AP; en cambio Fucks *et al.* (2015) en la Ea. Los Cerrillos (Monte) establecieron las siguientes edades calibradas con restos de megamamíferos entre 17.224 y 13.705 años AP y a su vez Scanferla *et al.* (2013) en el paraje La Chumbiada en la unidad homónima dataron fósiles de megamamíferos con edades entre  $12.380 \pm 190$  y  $13.400 \pm 200$  años AP. Por otra parte, Prado *et al.* (2012) en el SE bonaerense dató en el Mb Guerrero restos de *Equus (Amerhippus) neogeus* en  $14.020 \pm 60$  años AP; en cambio, en la costa del río Salado en General Belgrano, Prado *et al.* (2013) realizaron un perfil de 3 m (pag. 243) en cuya sección inferior a 2 m de profundidad encuentran el cráneo de un *Hippidion principale* y otros restos de megamamíferos en sedimentos afines a un nivel pantanoso (posiblemente el río estaba en estiaje o secándose con apariencia de pantano). Dicho cráneo fue datado en  $14.120 \pm 50$  años AP. Es obvio que esta disparidad cronológica entre 21.040 y 12.380 años de antigüedad para la misma unidad merece mayores estudios; no obstante, todas las dataciones sitúan al Mb La Chumbiada en el Pleistoceno tardío-tardío. Sin embargo, cabe una reflexión: En todos los trabajos consultados resulta que todas las dataciones han sido en diferentes niveles del Mb La Chumbiada, las únicas que concuerdan en forma aproximada son las realizadas en la parte basal de la misma (entre 14.000 y 12.000 años AP) por Fucks *et al.* (2015) quienes realizaron además una amplia descripción textural, mineralógica, condiciones ambientales, edad y correlación. Sin embargo de la revisión bibliográfica del tema se deduce que ningún autor ha estudiado en forma exhaustiva la sección completa de esta unidad mediante perforaciones a lo largo del río Salado de forma tal de establecer con precisión la geología *sensu lato*, paleontología y edad de la misma, sin ambages.

#### **Unidad 4. Fm Luján, Mb Lobos** (Tablas 1 y 2; Figuras 3 y 5).

En discontinuidad erosiva plana sobre el Mb La Chumbiada se dispone, en promedio 1 m de sedimentos de aspecto verdoso, conformados por arenas limosas y limo-arenosos yesíferos gris oliva claros (5Y7/2), macizos, friables a levemente endurecidos en seco y cohesivos en húmedo, portadores de abundantes restos de organismos de agua dulce y de abalongo marino, así como una gran cantidad de yeso intrasedimentario. Estos sedimentos afloran en estiaje aguas arriba del puente La Postrera en ambos márgenes del río y aguas abajo solamente en la margen izquierda.

La mineralogía de la unidad en el intervalo arena muy gruesa a limo grueso está determinada hasta la fracción arena mediana por cristales de yeso, acompañados por pellets de arcilla verdosos y grumos de pelitas cementados. La composición de la arena fina a limo grueso consiste en cristales de yeso, pellets de arcilla y minerales volcánicoclásticos. En la fracción volcánicoclástica predomina el vidrio volcánico, acompañado de plagioclasa límpida, cuarzo incoloro, feldespato potásico amarillento, líticos volcánicos grises y rojos y minerales pesados (anfíboles, muscovita, magnetita, etc.). El vidrio volcánico se presenta en trizas límpidas, relleno con arcilla o alterado en una masa arcillosa blanca (alterita). En el limo grueso la magnetita y la muscovita son los minerales pesados más abundantes. Cabe destacar que el contenido de yeso de este depósito representa una importante acumulación de mineral, principalmente de tamaño arena (gipsarenita, *sensu* Warren, 1982), cristalizado en el material hospedante en forma de individuos de un solo hábito, el hemipiramidal discoidal, cuya fábrica es principalmente displaciva, lo cual genera cristales limpios y sus fragmentos de clivaje (Dangavs & Blasi, 2002). Asimismo, también cabe señalar que estos yesos fueron precipitados en el seno de un paleoambiente lacustre salino. Se estima que el contenido de yeso en estos sedimentos alcanza al 50% en el paleoambiente.

Los bioclastos del depósito son de ambiente acuático dulciacuícola y eurihalinos de abolengo marino, los que no representan depósitos ingresivos, sino que fueron introducidos por aves marinas en aguas continentales (Cann & De Deckker, 1981; González *et al.*, 1981; De Deckker, 1988; Anadon, 1989, etc.). Los restos de agua dulce consisten en: frústulos de diatomeas, silicofitolitos, girogonites de carófitas, valvas de ostrácodos y conchillas de gasterópodos: *Heleobia parchappii* (D'Orbigny), *H. ameghini* (Doering), *Biomphalaria peregrina* (D'Orbigny), *Succinea meridionalis* (D'Orbigny), *Lymnea viatrix* (D'Orbigny) y *Pomacea canaliculata* (Lamarck). Los bioclastos de linaje marino consisten en conchillas de gasterópodos: *Heleobia australis* (D'Orbigny) y *H. australis crassa* (Gaillard) y cónculas de los foraminíferos *Ammonia beccari parkinsoniana* (D'Orbigny), *Elphidium discoideale* (D'Orbigny) y *Discorbis peruvianus* (D'Orbigny).

La unidad litoestratigráfica descrita representa las acumulaciones de un paleoambiente acuático continental dulciacuícola, que en sus postrimerías se transformó en un sabkha interior o lago salado (ver **Nota**<sup>1</sup>), con presencia de elementos marinos de habitat eurihalino, para cuyos restos se admite el origen atalásico. Las características litológicas, contenido fosilífero y posición estratigráfica permiten asignar ésta unidad al Holoceno temprano (Dangavs & Blasi, 2003), correlacionable con la parte superior (verde) del "Piso Lujanense" de Ameghino (1889), el Lujanense de Frenguelli (1957), la parte superior (verde) del Mb Guerrero de la Fm Luján (Fidalgo *et al.*, 1973a y b), con el Mb Gorch de la Fm Luján en el río Salado en la zona de General Belgrano (Fucks *et al.*, 2015) y con el segundo depósito paleolímpico de muchas lagunas de la cuenca del río Salado de Buenos Aires (p.ej. Lobos, Navarro, Monte, Chascomús, etc.), cuya edad fue determinada en el río Salado, en la zona del puente El Venado del camino de tierra entre Chascomús y Pila (en la progresiva km 114 del río Salado y 29.9 km aguas arriba del puente La Postrera) con las siguientes dataciones de <sup>14</sup>C del LATYR: LP 2223: 8.710 ± 90 años AP y LP-2227: 9.120 ± 150 años AP en conchillas de gasterópodos dulciacuícolas (valor medio: 8.915 años AP). Este depósito fluvial también fue descrito en la zona de General Belgrano por Fucks *et al.* (2009), quienes dataron valvas de *Heleobia parchappii* alojadas en dichos sedimentos castaño verdosos en 8.640 ± 110 años AP. Asimismo años después Fucks *et al.* (2015) en la Ea. La Postrera le asignaron la edad <sup>14</sup>C cal. de 8.859-8.607 años AP. Esta unidad conjuntamente con la anterior se hunde hacia el este hasta desaparecer bajo el agua, donde pasan a formar parte de los depósitos colmatantes de la laguna periódica La Postrera, a través de la cual el río Salado labró su cauce (Figs. 2 y 4). Cabe señalar que en río Salado se pueden reconocer más de cien de estas geoformas, aunque en la cuenca alta (Pampa arenosa) muchas de ellas están enmascaradas, sepultadas por el avance del campo de dunas del "Mar de Arena Pampeano" (Iriondo & Kröhling, 1995). Sin embargo, aguas abajo de Junín su presencia es tan notoria que, en el tramo del río Salado comprendido entre Chivilcoy y Chascomús/Lezama se hallan 54 cubetas de esta naturaleza (Dangavs *et al.* (2003).

#### **Unidad 5. Fm Canal de las Escobas, Mb Canal 18** (Tablas 1 y 2; Figuras 3 y 5).

En discontinuidad erosiva sobre el depósito léntico del Mb Lobos se disponen 0.84 a 0.9 m de sedimentos marinos grises castaños claros (2,5Y6/2) en la escarpa y oliva pálido (5Y6/3) en el lecho, macizos a finamente laminados, friables a levemente endurecidos y portadores de restos fósiles de invertebrados, principalmente marinos. Estos sedimentos también se hallan en el lecho profundo del cauce, evidenciado por las obras de dragado del Plan Maestro en 2004/2005. En la sección basal de los afloramientos la textura es areno-limosa, con intercalaciones de arcillas castaño amarillentas a castaño verdosas, que gradan a limos arenosos grisáceos hacia el techo de la unidad; en cambio el material no aflorante es de textura fango-arenosa y portador de una mayor diversidad de bioclastos que los sedimentos aflorantes. La composición mineral se caracteriza por grumos de

Nota 1: El término árabe "sabkha" se refiere a ambientes de sedimentación, endorreicos o arreicos de regiones áridas o en condiciones de aridez (depresiones, cubetas, etc.), que mantienen espejos de agua efímeros, alimentados por agua subterránea salina, en cuyo seno precipitan minerales evaporíticos (cloruros, carbonatos, sulfatos, etc.) y se acumulan depósitos eólicos. El concepto "sabkha" es afín a los términos: sabkha interior, playa, playa lake, pan, salt pan, chott, sebkha, salina, barreal", etc. (Tricart, 1954b, 1969, Goudie & Wells, 1995; Bates & Jackson, 1987; Shaw & Bryant, 2011, etc.).

pelitas cementados, concreciones de carbonato de calcio, restos fósiles y minerales volcanoclásticos, los que aparecen a partir de la fracción arena fina y consisten en plagioclasa, cuarzo, ambos límpidos, vidrio volcánico en trizas límpidas, feldespato potásico amarillento, líticos volcánicos rojizos y minerales pesados, donde predomina la magnetita. En el tamaño arena muy fina desaparecen los fósiles y la fracción es exclusivamente epiclástica.

Los bioclastos en el sedimento aflorante de la unidad consisten en conchillas de especies terrestres, dulciacuícolas y de ambiente estuárico eurihalino; en cambio, los provenientes del lecho no aflorante son todas especies estuarianas a francamente marinas, es decir, de ambientes mesohalinos a euhalinos. A continuación se detallan los restos fósiles de invertebrados: **Briozoos:** colonias de *Membranipora sp.* **Gasterópodos:** *Heleobia parchappii* (D'Orbigny), *Heleobia australis* (D'Orbigny), *Heleobia australis australis* (D'Orbigny), *Biomphalaria peregrina*, (D'Orbigny), *Succinea meridionalis* (D'Orbigny), *Olivella tehuelcha* (Duclos), *Buccinanops cochlidium* (Dillwyn), *Buccinanops deformis* (Dillwyn) y crías de gasterópodos. **Escafópodos:** *Dentalium sp.* **Pelecípodos:** *Amiantis purpurata* (Lamarck) fragmentos, *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin), *Corbula patagónica* (D'Orbigny), *Erodona mactroides* (Bosc), *Glycymeris longior* (Sowerby) fragmentos, *Macoma uruguayensis* (Smith), *Mactra isabelleana* (D'Orbigny), *Ostrea spreta* (D'Orbigny.), *Raeta plicatella* (Lamarck.) y *Tagelus plebeius* (Lightfoot), **Crustáceos:** Ostrácodos, numerosas especies, la mayoría con las valvas cerradas. **Foraminíferos bentónicos:** *Ammonia beccarii var. parkinsoniana* (D'Orbigny), *Bucella frigida* (Cushman), *Elphidium discoidale* (D'Orbigny) y *Elphidium galvestonense* (Kornfeld).

Esta unidad litoestratigráfica representa un paleoambiente estuariano eurihalino que se correlaciona con la Fm Las Escobas, Mb Canal 18 del Holoceno temprano a medio de Fidalgo *et al.* (1973b) y Fidalgo (1979), redefinida por Fucks *et al.* (2010) como Fm Canal de las Escobas, Mb Canal 18, que estos autores asignan al Estadio Isotópico Marino 1 (MIS 1). Mari *et al.* (2013) dataron al Mb Canal 18 en el río Salado, unos 5 km aguas abajo de la RN 2, en la estancia Bella Vista la siguiente edad  $^{14}\text{C}$  calibrada de  $6.730 \pm 100$  años AP y Fucks *et al.* (2015) en el paraje La Postrera la edad  $^{14}\text{C}$  calibrada de 6.556 a 6.788 años AP (Holoceno medio).

#### **Unidad 6. Fm Luján, Mb Monte** (Tablas 1 y 2; Figura 3).

En ambas márgenes del río, aguas arriba del puente, en discontinuidad erosiva sobre el Mb Canal 18 afloran hasta 0,7 m de limos arenosos a fangos arenosos grises (10YR5/1-6/1), friables a levemente consolidados, con estructura laminar de 0,4 a 1 mm de espesor. La laminación es alterada levemente en los fangos arenosos por una incipiente pelletización y en ambos sedimentos excesivamente por la presencia de muy abundantes restos de conchillas de moluscos acumulados al azar y cribado por abundantes pequeños orificios que forman tubos (la mayoría de 2 mm de diámetro) creando una pseudo porosidad que determina que el sedimento sea liviano.

La composición mineral está representada por grumos de pelitas, desde la arena gruesa a fina, calcretes rodados, muy escasos cristales de yeso clástico y fundamentalmente minerales volcanoclásticos: vidrio volcánico en trizas angulares límpidas a alteradas, plagioclasa tabular límpida, cuarzo redondeado límpido o recubierto de pátinas rojizas, feldespato potásico amarillo, líticos volcánicos grises y rojos y minerales pesados, donde predomina la magnetita. Los bioclastos son muy abundantes y pertenecen a organismos dulciacuícolas, representados por conchillas de *Heleobia parchappii* (D'Orbigny), *Biomphalaria peregrina* (D'Orbigny), *Succinea meridionalis* (D'Orbigny), fragmentos de conchillas de *Pomacea canaliculata* (Lamarck), abundantes valvas abiertas o cerradas de ostrácodos y restos de vegetales terrestres.

Este depósito fluvio-lacustre que constituye la unidad estratigráfica más reciente del registro paleolimnológico de la cuenca del Salado se asigna a la Fm Luján, Mb Monte del Holoceno tardío (Dangavs & Pierrad, 2013) y se correlaciona con el Piso Aimarano de Doering (1882) y el Piso Aimará de Ameghino (1889). Ameghino refería que el Piso Aimarano de Doering está constituido por sedimentos aluviales anteriores a la ocupación española, portadores de restos faunísticos de especies análogas a las existentes. Basándose en dicha característica paleontológica Ameghino separó el Piso Aimarano del Piso Platense (actualmente Fm Luján, Mb Río Salado), dado que en el Platense persisten restos de algunas especies animales actualmente extinguidas,

pertenecientes a géneros todavía existentes. Cabe destacar que en los trabajos más modernos, el Piso Aimará de Ameghino fue mayormente ignorado, a veces reconocido solo a título ilustrativo en los cuadros estratigráficos de varios autores o directamente incluido en otras unidades estratigráficas (Fm Lujan, Mb Rio Salado o el Aluvio reciente). Sin embargo, Fucks *et al.* (2015) en el río Salado renombró al Piso Aimará como Fm Luján, Mb Puente Las Gaviotas, asignándole edad holocena tardía mínima entre 1.050 y 772 años AP. Por otra parte, la datación radiocarbónica convencional del LATYR de este nivel paleolímpnico en la laguna del Monte se dató LP 2216 en  $980 \pm 70$  años AP (Dangavs & Pierrard, 2013) y en la zona del puente El Venado en gasterópodos una edad LP 2246 de  $1.230 \pm 110$  años AP. En consecuencia, la edad media del Mb Monte sería de unos 1.105 años AP.

#### **Unidad 7. Alofm La Postrera, Alomb IV** (Tablas 1 y 2; Figuras 3 a 5)

En la margen derecha de la escarpa del río, en proximidades del puente La Postrera, en discontinuidad erosiva sobre la Fm Buenos Aires, constituyendo ocasionalmente la cubierta sedimentaria del sitio, se hallan los sedimentos eólicos más recientes entremezclados con material alóctono (posible relleno) generando un perfil antropizado carente de valor estratigráfico. Aguas arriba del puente en ambos márgenes del río, en discontinuidad erosiva sobre el Mb Canal 18 o el Mb Monte se hallan también estos sedimentos eólicos sin alteración antrópica, pero mezclados con material aluvial producto de las crecientes. Este depósito de hasta 0.4 m de espesor, está constituido por limos arenosos castaños (10YR5/3), desde macizos a friables incrustados con bioclastos redepositados. La composición del sedimento entre los tamaños gránulo ( $-2\phi$ ) y arena mediana ( $2\phi$ ) es bioclástica, en tanto, en las fracciones menores la mineralogía es principalmente volcaniclástica: vidrio volcánico en trizas límpidas, cuarzo y plagioclasa límpidos, feldespato potásico, líticos volcánicos rojizos, minerales pesados (hornblenda, biotita y magnetita).

Los bioclastos, salvo los restos de raíces, corresponden a material redepositado durante las considerables crecientes. Estos consisten en conchillas de gasterópodos: *Heleobia parchappii* (D'Orbigny), *Biomphalaria peregrina* (D'Orbigny), *Succinea meridionalis* (D'Orbigny), fragmentos *Pomacea canaliculata* (Lamarck) y valvas de ostrácodos.

Este depósito eólico representa al Alomb IV de la Alofm La Postrera del Holoceno tardío-tardío y se correlaciona con la Fm La Postrera III de Fidalgo (1990) y el Piso Aimarense o Aimará de Doering (1882) y Ameghino (1889). Para mayores detalles consultar el acápite de la "Geología del montículo eólico".

#### **Unidad 8. Aluvio reciente con incipiente suelo en desarrollo** (Tablas 1 y 2; Figuras 3 a 5)

El dragado del río en el área de estudio eliminó la mayoría de los depósitos recientes del canal fluvial, no obstante, en estiaje, sobre el lecho primitivo de ambos márgenes se observan escasos remanentes discontinuos de gravas arenosas calcáreas castaño grisáceas claras (10YR6/2) de hasta 0,15 m de diámetro y también al ras del agua aparecen pequeñas lentes de fangos arenosos y fangos. Por otra parte al tope de las escarpas bajas de ambos márgenes se encuentra un depósito de 0,32 m con sedimentos aluviales, eólicos y abundantes bioclastos. (Fig. 3). Esta franja aluvial constituida por limos arenosos y fangos arenosos se extiende por el campo lindero entre 40 a 320 m, cuyo espesor de 0,32 cm en la escarpa se reduce poco a poco en el campo hasta desaparecer, sustituido por los sedimentos eólicos de la unidad precedente. Incluso en los niveles de crecientes mayores (3 a 5,5 m sobre el nivel medio del río), forman capas de 10 a 20 cm de pelitas estratificadas en láminas de 2 a 10 mm de espesor, alojadas entre los sedimentos de las Alombs II y III de la Alofm La Postrera, que a veces contenían restos de conchillas). Estas manifestaciones también fueron eliminadas por el Plan Maestro.

La composición mineralógica en el tamaño grava mediana a arena gruesa consiste en restos de conchillas y clastos de calcretes algo redondeados. En la arena mediana aparecen también minerales volcaniclásticos: cuarzo incoloro subredondeado, plagioclasa límpida redondeada, feldespato potásico amarillento y rojizo, líticos volcánicos grises y rojizos, vidrio volcánico en trizas angulares incoloro de color blanco (alterita). En la arena fina a limo grueso es dominante el material volcaniclástico constituido por trizas de vidrio volcánico fresco,

incolores o alterados y también escasos vidrios color caramelo, plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico alterado, líticos volcánicos y minerales pesados: micas, anfíboles y magnetita.

Los bioclastos del aluvio están representados por restos vegetales: tejidos, raíces y semillas, escamas y huesos de peces, valvas generalmente cerradas de ostrácodos, conchillas de gasterópodos adultos y crías (*Heleobia parchappii*, *Biomphalaria peregrina*, *Succinea meridionalis* y fragmentos de *Pomacea canaliculata*) y cónculas de foraminíferos redepositados (*Elphidium* sp y *Ammonia* sp). Solamente en estiaje se puede observar parte de estos bioclastos dispersos sobre lecho seco del cauce y el resto se halla en la parte superior de las escarpas bajas del río, a veces incluidas en los sedimentos eólicos del Alomb IV de la Alofm La Postrera producto de las crecientes del río, las que, en general constituyen albardones a lo largo del curso del Salado, hecho que han documentado Fucks *et al.* (2015).

Estos sedimentos son los depósitos de menor edad, denominados colectivamente "Aluvio reciente" o los aluviones recientes del Piso Ariano de Doering (1882) y Ameghino (1889), cuya edad no supera los 250 años; por ejemplo la datación realizada sobre restos óseos de *Bos taurus* alojados en Boca del Totoral (laguna del Monte) a 0,5 m de profundidad alcanzó una edad radiocarbónica (LATYR, LP1945) que supera los 200 años AP (Dangavs & Pierrard, 2013). Por otra parte, el registro histórico del Municipio de Lobos indica que la laguna homónima funcionaba en 1779, cuando se instaló el Fortín Lobos en la loma de la costa NE de la laguna hace 243 años (*cf.* Dangavs, 2019), por ende también funcionaba el sistema fluvial del Salado.

Los sedimentos del Aluvio reciente en la escarpa del río y en su breve planicie en el clima húmedo actual se están desarrollando lentamente los suelos de textura franco arcillo-limosos. Estas manifestaciones que cubren el campo, producto de los desbordes del río, el INTA las denomina "Complejo Río Salado", de ahí que se considera conveniente añadir, en este caso, al término "Aluvio reciente" el concepto: "en proceso de pedogenización" dado que este proceso ya debe tener un par de siglos.

### Geología del montículo eólico de La Postrera (Tablas 3 a 9 y Figuras 4 a 6)

Desde fines del siglo XIX, los depósitos eólicos "posbonaerenses", han sido mencionados y/o descriptos en la literatura geológica argentina como "polvos" eólicos pardo rojizos, loess, loess amarillo o blanco, limos eólicos, pseudo limos arenosos, limos loessoides, etc. y unos cuantos denominados por sus autores como Aimarense y Arianense (Doering, 1882, Ameghino, 1889); Loess amarillo típico (Burckhardt, 1907); Cordobense (Castellanos, 1918); Médano Invasor (Tapia, 1935); Platense eólico (Frenguelli, 1945); Fm Junín (De Salvo *et al.*, 1969); Fm La Postrera (Fidalgo *et al.*, 1973a); E1 y E3 (Tricart, 1973); Fm Las Animas (Rabassa, 1973); Fm Resguardo Pesquero (Dangavs 1979; 1983); Unidades Aloestratigráficas I a IV (Zárate & Blasi, 1988, 1991); Fm La Postrera I a IV (Dangavs, 2005); Fm Barrancas (Pommarés, 2020 y Pommarés *et al.*, 2021), etc. Los trabajos mencionados *ut supra* se refieren básicamente a la historia sedimentaria, transporte y depositación de dichos sedimentos loésicos con escasa a nula relación como geoindicadores paleoambientales de la alternancia climática a lo largo del Pleistoceno medio-tardío- Holoceno, evidenciada por la alternancia de acumulaciones loésicas, suelos, paleosuelos y depósitos acuáticos.

El montículo eólico del paraje está situado en la margen izquierda del río Salado en discontinuidad erosiva sobre la Fm Buenos Aires y en el borde costero recortado en la base por la Fm Luján, Mb Lobos (Fig. 5). El montículo se eleva más de 12 m sobre el nivel medio del río (Figs. 4 y 5) y está constituido por cuatro depósitos eólicos limo-arenosos a pseudo limos arenosos por peletización, expuestos en el corte vial que lo atraviesa (Fig. 6), donde son visibles hasta 3,06 m de la misma y en el frente de la escarpa de erosión del río, de 9,7 m de altura, solamente tres de ellos (Alombs II a IV), en cambio, en la zona del puente de la margen opuesta solo afloran las Formaciones Ensenada, Buenos Aires (Riggi *et al.*, 1986) y los sedimentos disturbados del eólico más reciente (Fig. 4). La sucesión eólica se repite unos 2 km aguas arriba del puente, en la margen derecha del río, donde el cauce del Salado fue ensanchado por deflación, en cuyo seno aloja a la laguna La Tigra entre

Lezama y Castelli (Fig. 2). Cabe señalar que en este aporte se describen exclusivamente los depósitos del montículo eólico del sitio donde Fidalgo *et al.* (1973a) establecieron esta unidad estratigráfica.

Considerando la semejanza litológica, textural y composicional de todos los depósitos de la Fm La Postrera de Fidalgo (Tabla 3), la identificación de discontinuidades erosivas o de no depositación, así como la presencia de paleosuelos regionalmente conspicuos que representan límites estratigráficos si coinciden con una discontinuidad, así como el aislamiento geográfico de estas unidades, salvo el depósito más reciente, ampliamente distribuido en la región pampeana y el evidente origen relacionado con cambios climáticos acaecidos desde el inicio del último ciclo glacial, principalmente durante el “Máxi Glacial” (Clapperton, 1993). En consecuencia, dadas las similitudes consideradas para estos depósitos sedimentarios superpuestos limitados por discontinuidades o paleosuelos, el análisis estratigráfico de esta secuencia (miosintema) se ha basado en las pautas que definen las unidades aloestratigráficas, redefiniendo a la Fm La Postrera como una Alofm y a sus divisiones menores como Alombs. Con este objetivo, localmente nos hemos basado en las “Unidades limitadas por discontinuidades” del Código Argentino de Estratigrafía (CAE, 1992) y en sentido más amplio nos hemos apoyado en el Código Estratigráfico Norteamericano (NACSN, 1983), la Guía Estratigráfica Internacional (ISG, Salvador, 1994) y en la metodología indicada por Bossi (1988) para la aplicación de la Aloestratigrafía a las unidades litoestratigráficas.

**Tabla 3.** Sedimentos de los Alombs I-IV de la Alofm La Postrera y sus paleosuelos en el montículo eólico del paraje homónimo. Valores medio de parámetros texturales y estadísticos.

A %	L %	Ac %	Tex	Mo $\phi$	Mz $\phi$	$\sigma_1$	$S_K$	$K_G$	Unidades
24	58	18	LA	4,5;11	5,63	2,26	0,64	1,42	Alomb IV, Hz. A
31	60	9	LA	4;11	5,03	1,77	0,58	1,26	Alomb IV, Hz. AC
25	37	38	FA	5;11;8	6,85	3,65	0,60	0,59	S. Pto. Berrondo, Hz. Btb
28	51	21	LA	4,5;11	5,84	2,52	0,68	1,04	S. Pto. Berrondo, Hz. BCb
33	56	11	LA	4,5;11	5,02	1,80	0,52	1,51	Alomb III, Hz. Cb
25	63	12	LA	4,5;11	5,17	1,85	0,56	1,10	Alomb III, piso
27	44	29	FA	5;11	6,43	3,23	0,77	0,75	S. Pto. Callejón Viejo, Hz. BCb
30	54	16	SLA	4; 11	5,34	2,14	0,54	1,14	Alomb II
42	49	9	SLA	4;11	4,78	1,72	0,41	1,70	Alomb II, y
38	50	12	SLA	4; 11	4,94	1,91	0,37	0,95	Alomb I, yc
36	52	12	SLA	4; 11	4,96	1,93	0,43	0,98	Alomb I, yc

Referencias: SLA: seudo limo arenoso; Hz: horizonte de suelos y paleosuelos; t: horizonte argílico; b: suelo enterrado; y: yeso; yc: yeso clástico.

Cabe señalar que en el corte vial del montículo es posible observar solamente la parte superior del mismo, no obstante lo cual los cuatro Alombs de la Alofm La Postrera están expuestos, así como un paleosuelo y el suelo actual (Fig. 6). De ellos, la exposición de los Alombs I y II está limitada a la porción cuspidal de los mismos, en cambio los Alombs III y IV afloran íntegros. A su vez, en la escarpa del río el perfil de la Alofm La Postrera alcanza un espesor de casi 10 m (Fig. 4), constituido por la superposición de los Alombs II, III y IV, dos paleosuelos y el suelo actual. En caso de crecientes el Alomb II puede encontrarse sumergido varios metros. Asimismo, cabe destacar que la configuración natural de la escarpa de la zona del montículo eólico fue modificada por las obras hidráulicas del “Plan Maestro”, así como toda línea costera del río, hasta 2,6 km aguas abajo del paraje.

En sucesivas tablas se han representado los parámetros texturales y estadísticos de los sedimentos, suelos y paleosuelos de las unidades integrantes de la Alofm La Postrera en el paraje homónimo y los análogos de otros ambientes de la cuenca del Salado (*cf.* Tablas 3 a 9).

### Aloformación La Postrera, Alomb I (Tablas 1, 3 y 4; Figuras 5 y 6)

En discontinuidad erosiva sobre la Fm Buenos Aires o su paleosuelo (Suelo Sin Nombre) se asienta el primer depósito eólico del montículo, formado esencialmente por una duna de arcilla (Dangavs, 1979) de hasta 5,2 m de espesor, la que constituye el núcleo no aflorante del montículo (Fig. 5). Por otra parte, a lo largo de unos 80-90 m del corte vial asoman 0,30 a 0,70 m de la porción cuspidal de la misma (Fig. 6), sin rastros de un paleosuelo cuspidal. Los datos de sondeos indican que la base del depósito se halla entre las cotas de 5,0 y 6,3 m (bordes laterales inferiores) y el techo en 13,2 m, cubierto por el Alomb II (*cf.* Fig. 5).

Estos sedimentos consisten en pseudo limos arenosos castaño claros (7,5YR 6/4) a gris rosados (7,5YR 6/2), apariencia loésica, estructura migajosa a maciza, consistencia friable a levemente consolidada y con abundante bioturbación en poros y huecos de hasta 8 mm de diámetro, rizoconcreciones y calcretizados en forma de venillas en "enrejado" y muñecos que pueden alcanzar 3,2 cm de eje mayor, que le confieren apariencia diamíctica. El sedimento se compone de pellets de arcilla castaños claros a castaños rojizos, sub-redondeados a irregulares, floculados en partículas de tamaño arena a limo grueso, determinante de la textura pseudo limo-arenosa, cuya presencia incrementa el contenido de arena y limo y disminuye el de la arcilla. Es decir, el análisis textural nos brinda una falsa relación textural; en cambio, cuando se analiza individualmente cada fracción en microscopio binocular, resulta que la mayoría del sedimento está constituida por pellets y solo 1/3 corresponde a cristales individuales de dicho tamaño. De ahí se concluye que la textura originaria del sedimento podría corresponder a limos o fangos. Este fenómeno de aglomeración de partículas finas por "efecto salino" en unidades mecánicas más gruesas fue descrita por Tricart (1954a y b) para ambientes de sabkha; en tanto, la posterior acumulación por acción eólica en dunas de arcilla ha sido descrita por Bowler (1973) y Dangavs (1979). La pseudo textura limo arenosa es de distribución granulométrica levemente bimodal, con la moda principal en la arena muy fina o el limo grueso y admixtura proximal fina en el limo grueso y viceversa. El tamaño promedio corresponde al limo grueso en el límite con el mediano y las curvas acumulativas indican pobre selección, asimetría muy fina y acuminación mesocúrtica.

La mineralogía de la fracción arena a limo grueso se caracteriza hasta la fracción arena mediana por una mayoría de clastos o pellets de arcilla, constituidos por pseudo arenas de granos subsféricos irregulares castaño claros, calcretes y 16 % de yeso clástico. En la fracción arena mediana aparece además cuarzo y plagioclasa, ambos bien redondeados. En la arena fina, casi el 80% son pellets, 10% calcretes, 8% de minerales volcanoclásticos, principalmente vitroclastos y 2% el yeso. En la arena muy fina los pellets siguen siendo mayoría, el carbonato de calcio escaso y en la fracción volcanoclástica predomina el par plagioclasa-cuarzo, acompañado de trizas de vidrio volcánico límpido, relleno o alterado, feldespatos potásico, líticos volcánicos y minerales pesados. En el limo grueso son comunes los pellets de arcilla y abundantes los minerales pesados, siendo dominante la magnetita.

**Tabla 4.** Parámetros texturales y estadísticos de sedimentos aflorantes del Alomb I de la Alofm La Postrera I en el paraje homónimo y de otros ambientes de la cuenca del río Salado.

A %	L %	Ac %	Tex	Mo $\phi$	Mz $\phi$	$\sigma_1$	$S_K$	$K_G$	Origen de la muestra
32	55	13	SLA	4,5; 11	5,00	1,97	0,46	1,02	Paraje La Postrera, A, y
39	53	8	SLA	4,5	4,67	1,68	0,55	1,70	Lag. Las Barrancas, A, y
36	57	7	SLA	4,5	4,82	1,56	0,60	1,64	Ayo. La Horqueta, A, y
33	58	9	SLA	4; 11	4,83	1,53	0,62	1,94	Lag. Del Siasgo, y

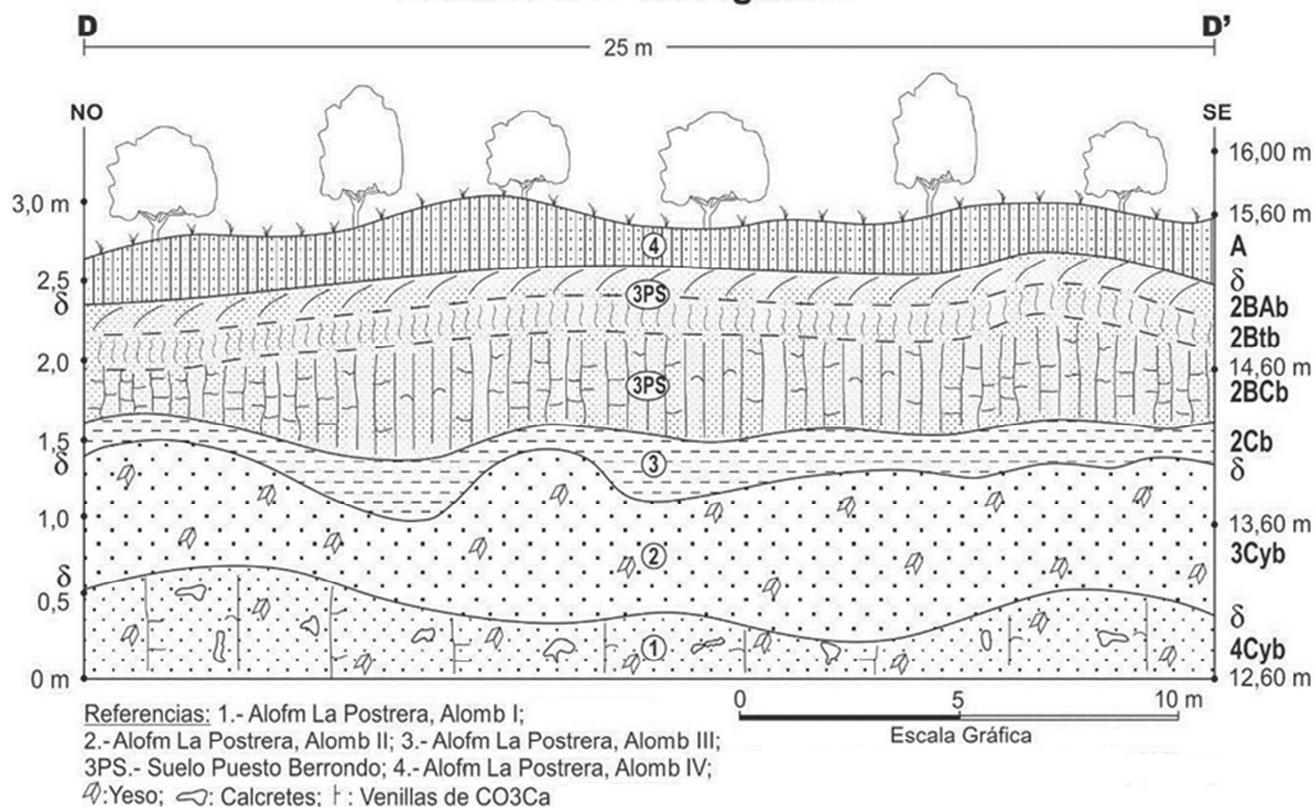
Referencias: Lag: Laguna; Ayo: arroyo; A: aflorante. y: yeso clástico.

Los bioclastos son escasos, y mayormente redepositados, constituidos conchillas de *Heleobia parchappii* (D'Orbigny), *H. ameghini* (Doering) valvas de ostrácodos, enteras o fragmentos, girogonites de charófitas, restos óseos de aves, células silíceas de poáceas y muy raras cónculas del foraminífero *Ammonia sp.* (Brünnich). En la Pampa Deprimida los bioclastos de esta unidad, generalmente provienen de la deflación de los sedimentos de la Fm Luján, Mb La Chumbiada (Dillon & Rabassa, 1985) y eventualmente del campo de dunas

del interior bonaerense (actualmente estabilizado) asimilable al “Mar de Arena Pampeano” de Iriondo y Kröhling (1995).

La unidad eólica caracterizada se asigna al Alomb I de la Alofm La Postrera y se correlaciona con la Fm La Postrera I aflorante en el Ayo. La Horqueta (Dangavs, 2009a) y en las lagunas Las Barrancas (Dangavs, 2005), Esquivel (Dangavs, 2009 b), Chis-Chis (Dangavs, 2009c), Lobos (Dangavs, 2019), Kakel Huincul (inédito), etc., e intracuencales entre los Mbs La Chumbiada y Lobos en las lagunas Del Siasgo (Dangavs & Blasi, 2002), Cerrillo del Medio (Dangavs & Reynaldi, 2008), Esquivel (Dangavs, 2009b), Adela (Dangavs & Mormeneo, 2012), del Monte (Dangavs & Pierrard, 2013), Santa Rosa del Monte (Dangavs, 2018), Lobos (Dangavs, 2019), etc. Por otra parte, en un esquema regional más amplio, la correlacionamos tentativamente con la unidad Aloestratigráfica I de Zárate y Blasi (1988 y 1991) en la región de Tandilia.

### Sección D-D' en Figura 2



**Figura 6.** Perfil geológico NO-SE del montículo eólico en el corte del camino, según la sección D-D' de la Figura 2, con indicación de las unidades estratigráficas expresadas también según la nomenclatura pedológica. Definiciones: A, B y C: horizontes de suelos y paleosuelos; b: suelo enterrado (buried); Bt: horizonte argílico; y: yeso; δ: discontinuidad.

Basándonos en que los sedimentos intracuencales de la Alofm La Postrera, Alomb I que se encuentran en las lagunas de la cuenca del Salado entre los Mbs La Chumbiada y Lobos (Mb Gorch) de la Fm Luján, cuyas edades <sup>14</sup>C promedio de tres dataciones se hallan entre 13.070 años AP para el Mb La Chumbiada y de seis dataciones para el Mb Lobos de 8.764 años AP, resulta que el valor medio entre ambas edades no sitúa en el Pleistoceno tardío-tardío (10.917 años AP) Asimismo, Figini *et al.* (1998) dataron con <sup>14</sup>C al Suelo Puesto Callejón Viejo en el arroyo Tapalque entre 10.070 y 8.940 años AP (promedio 9.505 años AP). La edad de dicho paleosuelo se ubica en la Fm Luján entre los Mbs Guerrero castaño y verde (*sensu* Fidalgo) o entre los Mbs La Chumbiada y Lobos (*sensu* Dangavs), entre los Mbs La Chumbiada y Gorch (*sensu* Fucks) y en la Alofm La Postrera, debería estar situado entre los Mbs I y II, pero desafortunadamente no se han hallado rastros de dicho paleosuelo en su localidad tipo. Sin embargo, Prado *et al.* (2013) realizaron en el río Salado tres dataciones del Suelo Puesto Callejón Viejo cuyas edades son 10.070 ± 140; 9.710 ± 100 y 8.940 ± 130 años AP

(promedio: 9.573 años AP), quizás dicho paleosuelo no corresponda al considerado por dichos autores sino a uno previo que aflora en el arroyo La Horqueta sobre la Fm La Postrera I (Dangavs, 2009a), en cuyo caso sería probable que el paleosuelo La Horqueta en que culmina dicha unidad en el arroyo homónimo, que desagua en el río Salado en la zona del puente El Destino (Ruta 57), sea efectivamente el paleosuelo ausente en localidad tipo entre los Alombs I y II de la Alofm La Postrera, hecho que no se desprende en el afloramiento del A. La Horqueta, donde sobre dicha unidad pedoestratigráfica es cubierta por Fm La Postrera IV.

### **Alofm La Postrera, Alomb. II y Suelo Puesto Callejón Viejo** (Tablas 1, 3, 5 y 6; Figuras 4 a 6 y Fotos 4 y 5)

En discontinuidad erosiva, en diferentes sitios de la cuenca, sobre las Formaciones Ensenada, Buenos Aires, Luján, Mb Lobos y en el paraje sobre el Alomb I de la Alofm La Postrera (Figs. 4 a 6) se asienta otra acumulación en duna de arcilla con apariencia loésica y textura seudo limo-arenosa, cuya mayor exposición se halla en la escarpa del río con 6.5m de espesor, incluido su paleosuelo y la mínima en el corte del camino, entre 0,40 y 1,24 m. En el flanco oriental del montículo la unidad no aflora, pero en las perforaciones del sitio alcanza un espesor de 1,30 m (Fig. 5). En la escarpa del río el sedimento es blanco verdoso (5Y8/2), algo diamictico, levemente consolidado, con abundantes pellets de arcilla, yeso, carbonato de calcio y culmina en un paleosuelo truncado cuyo conjunto alcanza 0,57 m, conformado por los horizontes BCb y Btkb, desarrollados a expensas de estos sedimentos. En cambio, en el corte del camino no hay evidencias del paleosuelo (Figs. 5, 6 y Foto 3), donde presenta techo erosivo horizontal a ondulado, color amarillento pálido (2,5Y7/3), consistencia maciza, friable a levemente endurecido, con abundantes poros y canales.

El yeso en estos sedimentos es clástico y se relaciona directamente con los fenómenos deflacionarios que originaron la duna de arcilla. Su contenido disminuye de la costa del río hacia el interior y de abajo hacia arriba, en cambio, el carbonato de calcio aumenta a medida que nos alejamos de la costa y de la base al techo. El yeso se presenta en forma sacaroidal, radicular, como cristales discoidales individuales tamaño arena y en agregados en microrrosetas y el carbonato de calcio como cemento de agregados pelíticos, rellenando poros y canales, en muñecos y como un polvo calcáreo disperso en la masa del sedimento, circunstancia ésta, que aunada a su alto contenido en vidrio volcánico chonítico, confiere a la unidad aspecto cinerítico. En muestras con yeso la distribución granulométrica es mayormente bimodal en 4,5 y 11 $\phi$ , excepcionalmente unimodal en 4 $\phi$ . En muestras con más de 40% de arena el tamaño promedio corresponde al limo grueso, con un porcentaje menor generalmente de limo mediano y en ambos casos los parámetros indican pobre a muy pobre selección, asimetría muy fina y acuminación leptocúrtica. Por otra parte, las muestras sin yeso son de distribución granulométrica polimodal en 4,5, 8 y 11 $\phi$  y el tamaño promedio se ubica en el limo mediano, definiéndose como muy pobremente seleccionadas, muy asimétricas finas y mesocúrticas. Se destaca que la marcada presencia de pellets de arcilla incrementa artificialmente el contenido de arena y limo a expensas de la arcilla, modificando además todos los parámetros estadísticos.

El horizonte BCb del paleosuelo alcanza 0,35 m de espesor y consiste en fangos arenosos (suelo franco arcilloso) castaño grisáceos claros (2,5Y6/3), con estructura en bloques subangulares débiles, muy escasos barnices, abundante bioturbación en poros y canales, consistencia levemente endurecida a dura. La distribución granulométrica del horizonte BCb es polimodal, semejante a las muestras sin yeso. La dispersión de tamaños respecto de la media gráfica  $\phi$  corresponde al limo fino, definiéndose como muy pobremente seleccionadas, muy asimétricas finas y platicúrticas. El horizonte argílico Btkb alcanza 0,22 m de espesor y consiste en fangos arenosos (suelo arcilloso) castaño amarillentos (2,5Y5/3) con estructura prismática compuesta irregular con barnices arcillo húmicos, cutanes y moteados comunes. La distribución granulométrica es polimodal, la dispersión corresponde al limo muy fino (< 8 $\phi$ ), definiéndose como muy pobremente seleccionadas, asimétricas finas y muy platicúrticas.

**Tabla 5.** Parámetros texturales y estadísticos de sedimentos aflorantes del Alomb II de la Alofm La Postrera en el paraje homónimo y de otros ambientes de la cuenca del río Salado.

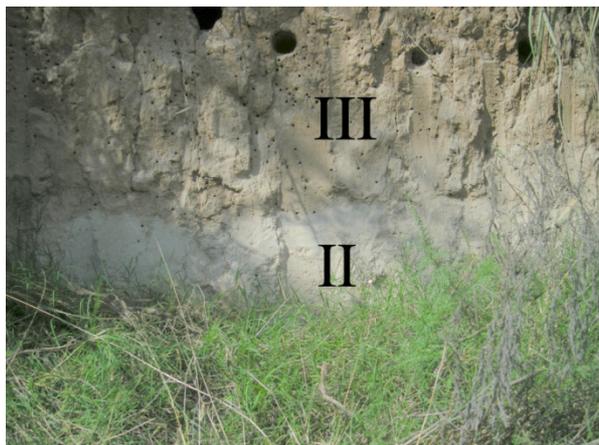
A%	L%	Ac%	Tex	Mo $\phi$	Mz $\phi$	$\sigma_1$	$S_K$	$K_G$	Origen de la muestra
47	48	5	SLA	4	4,55	1,68	0,34	1,11	Paraje La Postrera, y
42	49	9	SLA	4;11	4,78	1,72	0,41	1,15	Paraje La Postrera, y
30	54	16	SLA	4,5; 8; 11	5,34	2,14	0,54	1,06	Paraje La Postrera
38	53	9	SLA	4; 11	5,00	1,88	0,62	1,46	Lag. Las Barrancas, y
40	50	10	SLA	4; 11	5,15	1,90	0,58	1,34	Lag. Cerr. del Medio, y
33	57	10	SLA	4,5; 11	5,03	1,84	0,62	1,60	Lag. Santa Rosa, y

Referencias: Lag: laguna; Cerr.: Cerrillo: yc yeso clástico.

**Tabla 6.** Parámetros texturales y estadísticos del Suelo Puesto Callejón Viejo en el paraje La Postrera y en otro ambiente de la cuenca del río Salado.

A%	L%	Ac%	Tex	Mo $\phi$	Mz $\phi$	$\sigma_1$	$S_K$	$K_G$	Localidad
20	38	42	FA	1; 4,5; 8	7,98	3,49	0,20	0,62	La Postrera, Hz Btkb
28	45	27	FA	4,5; 11; 6	6,53	3,20	0,77	0,73	La Postrera, Hz BCb
32	51	17	SLA	4,5; 11	5,38	1,98	0,52	1,12	La Postrera, Hz Cb; Y 6%
25	38	37	FA	11; 4,5	7,04	3,80	0,42	0,71	Lag. Cerr. Medio, Hz Btkb
27	48	25	FA	4,5; 11; 8	6,05	3,03	0,60	0,77	Lag. Cerr. Medio, Hz BCb
32	54	14	LA	4,5; 11	5,20	2,08	0,58	1,17	Lag. Cerr. del Medio, Hz Cb
16	44	40	FA	11; 5; 7	7,96	3,02	0,25	0,67	Com. Santa Rosa, Hz Btkb
28	50	22	LA	4,5; 7; 11	5,75	2,39	0,60	0,89	Com. Santa Rosa, Hz BCb
35	54	11	LA	4; 11	5,19	2,14	0,55	1,14	Com. Santa Rosa, Hz. Cb; Y

Referencias: Lag: laguna; Com: complejo lagunar; Cerr: Cerrillo del Medio; yc: yeso clástico; Hz: horizonte de paleosuelos; t: horizonte argílico; k: horizonte cálcico; b: suelo enterrado



**Foto 4:** Perfil en el corte del camino que atraviesa el montículo eólico, donde se observan en discontinuidad erosiva, los depósitos eólicos de los Alombs II y III.



**Foto 5:** Perfil en el corte del camino con la Alofm La Postrera y los Alombs II y III, con el Suelo Puesto Berrondo apenas visible; el Alomb IV está oculto por el pastizal.

La mineralogía de la unidad en el tamaño arena a limo grueso se caracteriza en las fracciones mayores a la arena mediana por pellets de arcilla redondeados verde claros, líticos de pelitas cementados por carbonato de calcio, óxidos de Fe y Mn, cristales de yeso con bordes redondeados gastados que caracterizan al yeso clástico, en parte corroídos, calcretes y nódulos de Fe-Mn. En la arena mediana, además de los pellets de arcilla, se destacan el yeso, las trizas de vidrio volcánico incoloro y color caramelo, ambos con paredes gruesas a finas y bordes redondeados, plagioclasa y cuarzo. En la arena fina el 50% de la fracción corresponde a pellets de arcilla y en la arena muy fina el 35 %. La composición restante de ambas fracciones es volcániclastica, representada por vidrio volcánico de bordes “mordisqueados” por golpeteo eólico, plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, líticos volcánicos y minerales pesados. En el limo grueso es abundante el vidrio volcánico chonítico, los pellets de arcilla y los minerales pesados comunes a abundantes, siendo dominante la magnetita. La mineralogía del paleosuelo es análoga al del material parental, salvo que no contiene yeso o este es inferior a 0,2 %, los pellets de arcilla no superan el 10 %, los líticos de pelitas son abundantes en la arena mediana a mayores, los calcretes son frecuentes así como vidrio volcánico mayormente alterado y también vidrio volcánico grueso color caramelo y de bordes redondeados. En 88  $\mu\text{m}$  es notable la presencia de líticos volcánicos negros y minerales

pesados verdes y opacos. Los bioclastos son escasos, representados por huesos de aves, células silíceas de poáceas y restos de organismos acuáticos redepositados: girogonites de charófitas, valvas de ostrácodos, muy raras cónchulas de foraminíferos del género *Ammonia*, fragmentos de conchillas de moluscos indeterminables y de *Heleobia parchappii* (D'Orbigny) y *H. ameghini* (Doering). En el paleosuelo hemos hallado solamente pequeños restos óseos y células silíceas de poáceas. El depósito eólico caracterizado representa al Alomb II de la Alofm La Postrera, cuya edad se sitúa en el Holoceno temprano, producto de la deflación de los sedimentos de la Fm Luján, Mb Lobos y quizás con aportes inescrutables de otras fuentes, que se correlaciona con la Fm La Postrera II de la laguna Las Barrancas (Dangavs, 2005), la Fm La Postrera I de Fidalgo (1990), la Fm La Postrera II de las lagunas Cerrillo del Medio (Dangavs & Reynaldi, 2008), (laguna Esquivel (Dangavs, 2009b), laguna Chis-Chis (Dangavs, 2009c), Complejo Santa Rosa del Monte (Dangavs, 2018), etc. Por otra parte, en un esquema regional más amplio, extendemos la correlación a la unidad Aloestratigráfica II de Zárate & Blasi (1988; 1991) en la región de Tandilia. A su vez, el paleosuelo en que culmina el depósito eólico se correlaciona con la unidad pedoestratigráfica Suelo Puesto Callejón Viejo (*sensu* Fidalgo, 1990) del Holoceno temprano, cuya pedogénesis fue sincrónica con la acumulación en la cuenca del río Salado de la Fm Luján, Mb Río Salado (Dangavs & Blasi, 2003), ausente en el paraje, sustituido en el lecho fluvial por la ingresión marina de la Fm Canal de las Escobas, Mb Canal 18 de Fucks *et al.* (2010) del Holoceno temprano a medio. Basándonos en que los sedimentos intracuencales de la Alofm La Postrera, Alomb II se encuentran en las lagunas de la cuenca del Salado y en el propio río entre los Mbs Lobos (Mb Gorch) de la Fm Luján y la ingresión marina del Mb Canal 18, cuyas edades  $^{14}\text{C}$  promedio de varias dataciones se hallan entre 8.764 años AP para el Mb Lobos (Mb Gorch) y para el Mb Canal 18 de 6.672 años AP, resulta que el valor medio entre ambas edades no sitúa en el Holoceno temprano (7.718 años AP). Sin embargo, la datación en el A. Tapalqué del nivel de la Fm La Postrera situado en discordancia sobre el Mb Río Salado (Fm Luján) realizado por Figini *et al.* (1998) ha establecido la siguiente edad en  $5.300 \pm 60$  años AP, que coincide en forma aproximada con la datación realizada por Mari *et al.* (2013) en el Puesto Callejón Viejo del suelo homónimo, entre  $5.870 \pm 70$  y  $5.640 \pm 70$  años AP.

#### **Alofm La Postrera, Alomb. III y Suelo Puesto Berrondo** (Tablas 1, 3, 7 y 8; Figuras 4 a 6 y Fotos 4 y 5).

En discontinuidad erosiva sobre el Alomb II se encuentra otro depósito eólico de aspecto loésico que culmina en un paleosuelo desarrollado *in situ* y truncado en el horizonte Btb, al cual se superpone un pseudo horizonte (ver más adelante). El espesor del Alomb. III alcanza 2,61 m en la escarpa del río y 0,96 a 1,63 m en el corte vial que atraviesa el montículo. Desde el punto de vista estratigráfico y paleo/pedológico se le reconocen cuatro horizontes: la sección basal (horizonte Cb) con 1,65 m de espesor en el perfil del río y 0,47 m en el corte vial, sobre el cual se ubica el horizonte BC de 0,73 m en el perfil del río y entre 0,30 y 0,75 m en el corte vial, cubierto por el horizonte argílico Bt de 0,23 m en ambos sitios. Por otra parte, en el perfil vial sobre el horizonte Bt aparece un horizonte BAb de hasta 0,18 m, el que en la escarpa del río no existe.

La sección basal (Cb) constituye el material parental del suelo y carece de rasgos pedogénicos o estos son incipientes. Este sedimento está conformado por pseudo limos arenosos, cuyo porcentaje de arena incrementa hacia la parte superior del depósito. El color del sedimento es gris claro (10YR7/2) a castaño muy claro (10YR7/3) en la parte inferior y castaño claro (7.5YR 6/4) hacia arriba, la estructura es migajosa, con abundantes poros y canales finos, la consistencia friable en húmedo a levemente consolidada en seco, carece de carbonatos autógenos y el límite inferior es neto. La distribución granulométrica del sedimento es unimodal en  $4\phi$  a bimodal en  $4,5$  y  $11\phi$  y la dispersión de tamaños de las muestras respecto de la media gráfica  $\phi$  corresponde a limo mediano, definiéndose como pobremente seleccionadas, muy asimétricas finas y leptocúrticas.

El horizonte BCb es castaño amarillento oscuro (10YR4/4), la textura limo-arenosa (suelo franco limoso) a fango arenosa (suelo franco arcilloso) y la estructura en agregados elongados débiles, con apariencia de disyunción columnar y límite superior claro. La distribución granulométrica de las muestras es bimodal en  $4,5$  y

11 $\phi$ , la dispersión de tamaños respecto de la media gráfica phi corresponde a limo mediano a fino, definiéndose como muy pobremente seleccionadas, muy asimétricas finas y platicúrticas a mesocúrticas.

El horizonte Btb es castaño oscuro (10YR3/3), la textura fango-arenosa (suelo franco arcilloso), estructura prismática subangular débil, con moderados barnices arcillo-húmicos discontinuos, consistencia muy dura en seco, raíces frecuentes y límite superior difuso. El Btb se caracteriza por distribución granulométrica bimodal a polimodal y la dispersión de tamaños de las muestras respecto de la media gráfica phi corresponde al limo fino a muy fino, definiéndose como muy pobremente seleccionadas, muy asimétricas finas y muy platicúrticas. En algunos tramos de la escarpa creada por el corte vial, los procesos erosivos generan la inestabilidad del perfil causando la reptación del sedimento suprayacente, el que suele mezclarse con el horizonte Btb del paleosuelo infrayacente, generando un pseudo suelo relicto (Teruggi, 1984), formado por un horizonte BA<sub>b</sub> de 0,12 m de espesor, textura fango arenosa y estructura en boques subangulares. Geológicamente este corto horizonte no pertenece al paleosuelo considerado.

La mineralogía de la sección basal en la fracción arena a limo grueso es variada, representada por líticos de pelitas castaño rojizos y grises, vidrio volcánico, pellets de arcilla gris blanquecinos y rojizos, rodados de calcretes, concreciones y cementos de Fe-Mn, escaso yeso clástico (hasta 6% en muestra total), plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, líticos volcánicos y minerales pesados. El cuarzo es subangular, redondeado a bien redondeado, a veces teñido por óxidos de hierro, la plagioclasa redondeada y límpida, el vidrio volcánico abundante no dominante, límpido, recubierto, relleno o alterado en una masa arcillosa, el feldespato potásico opaco y varicolor (blanco, rojo, anaranjado, etc.), los líticos volcánicos redondeados grises, castaños y rojos y los minerales pesados son frecuentes en la arena muy fina y muy abundantes en el limo grueso, siendo comunes los anfíboles, las micas y la magnetita. La composición mineral del paleosuelo es afín al de su roca madre, salvo que carece de yeso y contiene materia orgánica y arcilla translocada que envuelve granos minerales. Asimismo, cabe destacar que el vidrio volcánico de la fracción arena mediana a muy fina presenta señales de golpeteo eólico, que se manifiesta por picoteado, esmerilado y bordes redondeados y “mordisqueados”. Los bioclastos son raros, representados por fragmentos de huesos de aves y pequeños mamíferos, células silíceas de poáceas, fragmentos redepositados de conchillas de gasterópodos indeterminables y de *Heleobia parchappii* y *Biomphalaria* sp. El paleosuelo contiene solamente semillas, raíces y fitolitos.

Esta unidad estratigráfica se asigna al Alomb III de la Alofm La Postrera del Holoceno medio a tardío, posiblemente producto de la deflación de los sedimentos de la Fm Luján, Mb Río Salado (Fidalgo *et al.* (1973a) y/o de otras fuentes más cercanas. Este nivel estratigráfico se correlaciona con la Fm La Postrera III de la laguna Las Barrancas (Dangavs, 2005), la Fm La Postrera II de Fidalgo (1990), el Platense eólico de Frenguelli (1957), el E3 de Tricart (1973) y con los depósitos homólogos que afloran en las lagunas Encadenadas de Monte y Chascomús/Lezama, las lagunas: Lobos, Esquivel, del Medio, del Siasgo, Los Altos, Kakel Huinul, Samboy, etc. Por otra parte, en un esquema regional más amplio, extendemos la correlación a la unidad Aloestratigráfica III de Zárate & Blasi (1988 y 1991) del flanco sudoeste de Tandilia y en la planicie costera marítima de General Lavalle y General Madariaga con las dunas de arcilla de la Fm Resguardo Pesquero (Dangavs, 1979 y 1983). A su vez, el paleosuelo decapitado en el horizonte Btb en que culmina este depósito eólico se correlaciona con la unidad pedoestratigráfica Suelo Puesto Berrondo (*sensu* Fidalgo, 1990) o Suelo La Pelada (*sensu* Fucks *et al.*, 2007, 2009 y 2015), cuya pedogénesis fue aproximadamente sincrónica con la etapa húmeda que acumuló en los lechos la Fm Luján, Mb Monte del Holoceno tardío (Dangavs & Pierrard, 2013).

La datación del Alomb III en la escarpa de la costa NE de la laguna Lobos por el Laboratorio de radiocarbono del CIG estableció la siguiente edad: 2.990  $\pm$  120 años AP y la datación del Suelo Puesto Berrondo (La Pelada) en su localidad tipo en 1.710  $\pm$  60 años AP por Mari *et al.* (2013) y por nosotros en la laguna Lobos en 1.620  $\pm$  80 años AP.

**Tabla 7.** Parámetros texturales y estadísticos de sedimentos aflorantes del Alomb III en el paraje y en otros ambientes de la cuenca del río Salado.

A %	L%	Ac%	Tex	Mo $\phi$	Mz $\phi$	$\sigma_1$	S <sub>K</sub>	K <sub>G</sub>	Localidad
40	45	15	SLA	4; 11	5,33	1,97	0,60	1,29	La Postrera, y
33	56	11	SLA	4,5; 11	5,10	1,80	0,52	1,50	La Postrera, y
25	63	12	SLA	4,5; 11	5,23	1,91	0,62	1,15	La Postrera
29	59	12	SLA	4,5; 11	5,15	1,86	0,61	1,35	Lag. Las Barrancas, y
32	57	11	SLA	4; 11	5,07	1,82	0,62	1,28	Ayo. La Horqueta, y
31	53	16	LA	4; 11	5,60	2,15	0,51	1,01	Lag. del Siasgo, y
25	56	19	LA	4,5; 11	5,78	2,44	0,71	1,11	Lag. Esquivel

Referencias: A: arena; L: limo; Ac: arcilla; Ay: arroyo; Lag: laguna; Cerr: Cerrillo; y: yeso clástico.

**Tabla 8.** Parámetros texturales y estadísticos del Suelo Puesto Berrondo (Suelo La Pelada) en el montículo eólico de La Postrera.

A %	L%	Ac%	Tex	Mo $\phi$	Mz $\phi$	$\sigma_1$	S <sub>K</sub>	K <sub>G</sub>	Sitio
36	34	30	FA	4,5;11	6,37	3,23	0,70	0,90	La Postrera, Hz Bab #
25	37	38	FA	11;4,5;8	7,05	3,65	0,55	0,59	La Postrera, Hz Btb #
28	51	21	LA	4,5;11	5,84	2,52	0,68	1,04	La Postrera, Hz BCb #
31	57	12	SLA	4,5;11	5,17	1,91	0,56	1,33	La Postrera, Hz Cb #
28	34	38	FA	4,5;11	6,85	3,41	0,60	0,59	La Postrera, Hz Btb &
31	44	25	FA	4,5;11	6,28	3,24	0,78	0,80	La Postrera, Hz BCb &
38	50	12	SLA	4;11	5,02	1,60	0,66	1,71	La Postrera, Hz Cb &

Referencias: #: perfil del camino; &: perfil del río; P: paraje; SLA: seudo limo arenoso.

### Alofm La Postrera, Alomb IV y suelo actual (Tablas 1 a 3 y 9; Figuras 3 a 6)

La cubierta sedimentaria del paraje, así como de la región consiste en un depósito mantiforme de aspecto loésico en cuyo seno se desarrollan los suelos actuales de perfil corto. Estos sedimentos se disponen en discontinuidad erosiva sobre distintas unidades, a saber, en el montículo eólico sobre la Fm La Postrera III. En la margen derecha del río, en proximidades del puente sobre la Fm Buenos Aires se entremezcla con material alóctono, generando un perfil antropizado, carente de valor estratigráfico y finalmente, en las escarpas más bajas de ambas márgenes del río sobre la Fm Luján, Mb Monte, en el que durante las crecientes también se ha mezclado con los sedimentos aluviales recientes.

En el montículo eólico la unidad está representada por un horizonte edáfico A de 0,23 a 0,43 m, salvo cuando se espesa, donde se le añade un corto horizonte AC y el perfil es A/AC que puede alcanzar un espesor de 0,60 m. Ambos horizontes se componen de limos arenosos (suelo franco limoso); el A es castaño grisáceo muy oscuro en seco (10YR3/1) y el AC castaño grisáceo oscuro (10YR4/2). El horizonte A es homogéneo, con estructura granular y consistencia friable, con abundante materia orgánica, bioturbación de raíces y sin reacción calcárea. El horizonte AC es friable, con estructura migajosa, menor contenido de materia orgánica y abundante bioturbación. Ambos horizontes son de distribución granulométrica bimodal, la dispersión de tamaños respecto de la media gráfica corresponde al limo mediano, la selección se define como muy pobre en el horizonte A y pobre en él AC, la asimetría es muy fina y la acuminación leptocúrtica.

La composición mineral de la fracción arena mediana contiene agregados arcillosos, óxidos de Fe, escasos rodados de calcretes y minerales volcánoclastos límpidos y redondeados: cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, vidrio y líticos volcánicos. En la arena fina predominan las trizas de vidrio volcánico límpido, acompañado de plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico rojizo y líticos volcánicos castaños. La arena muy fina se compone de plagioclasa, cuarzo, vidrio volcánico con distintos grados de alteración, feldespato potásico, líticos volcánicos y minerales pesados: micas, anfíboles y opacos. En el limo grueso abundan los minerales pesados, principalmente opacos y micas, siendo dominante la magnetita que puede alcanzar el 30% de la fracción. Los bioclastos son escasos y están representados por fragmentos de huesos de pequeños mamíferos y aves, mudas de insectos, tallos, raíces, semillas y células silíceas de poáceas. En cambio, los restos culturales antiguos son frecuentes y los modernos abundantes. Los antiguos se caracterizan por tuestos de cerámica negra, astillas de huesos rotos a golpes y las evidencias de fogones (escorias, restos carbonosos, tierra cocida, colófano

de huesos quemados). Los modernos contienen vidrio y alambre.

La unidad descripta representa a la última etapa seca en la región pampeana y corresponde al Holoceno tardío-tardío, producto de la deflación, en parte, de los sedimentos de la Fm Luján, Mb Monte (Dangavs & Pierrard, 2013), que junto con otros materiales provenientes de zonas más lejanas se depositaron en forma de manto (cf. Zárate & Blasi, 1993). La misma se correlaciona con la Fm La Postrera IV de la laguna Las Barrancas (Dangavs, 2005), la Fm La Postrera III de Fidalgo (1990), el Piso Ariano de Doering (1882) y Ameghino (1889), el E1 de Tricart (1973) y la Unidad Aloestratigráfica IV de Zárate & Blasi (1988 y 1991). La edad de la Fm La Postrera IV se corresponde con la “Pequeña Edad de Hielo” situada según Iriondo & Kröhling (1995; 1996 y 2007) entre los 800 y 200 años AP y que representa la última etapa de rexistasia (de enfriamiento y sequedad) cuyo último tramo coincidió con el período colonial (siglos XVI- XVIII). Quizás la datación de Fucks *et al.* (2009) en la laguna San Lorenzo de  $820 \pm 60$  años AP corresponda a la base de esta unidad.

**Tabla 9.** Parámetros texturales y estadísticos de sedimentos aflorantes del Alomb IV de la Alofm La Postrera en el paraje y en otros ambientes de la cuenca del río Salado.

A %	L %	Ac%	Tex	Mo $\phi$	Mz $\phi$	$\sigma_1$	Sk	$K_G$	Localidad
24	59	17	LA	5;11	5,63	2,26	0,64	1,50	La Postrera, Hz A
29	61	10	LA	4,5;11	5,04	1,78	0,58	1,26	La Postrera, Hz AC
28	53	19	LA	5;11	5,90	2,84	0,65	1,20	Lag. Las Barrancas, Hz A
26	59	15	LA	4,5;11	5,47	2,18	0,61	1,30	Ayo. La Horqueta, Hz A
29	60	11	LA	4,5;7,11	5,03	1,67	0,70	1,50	Lag. del Siasgo, Hz A

Referencias: Lag: laguna; Ayo: arroyo.

### Discusión y propuesta de la evolución paleoclimática y paleoambiental

Los testimonios geológicos superficiales y subsuperficiales de la cuenca del río Salado bonaerense abarcan del Pleistoceno inferior- medio al presente, registrados en los depósitos colmatantes de ambientes acuáticos lénticos y lóticos, excepcionalmente marinos, en sus escarpas de erosión (barrancas), en los depósitos terrestres aflorantes o subsuperficiales formando lomadas, montículos, acumulaciones mantiformes regionales, suelos y paleosuelos. El sustrato geológico regional lo constituye la parte superior de la Fm Ensenada (Riggi *et al.*, 1986), asignable al Pleistoceno medio, sobre el cual se desarrolló el paisaje actual. Según Iriondo (1994) la Fm Ensenada en Santa Fe (Fm Rosario) sugiere condiciones climáticas variables a lo largo de su sedimentación dentro del rango húmedo a semiárido, así, en los períodos húmedos hubo pedogénesis y depósitos fluviales, así como sedimentación loésica en las etapas más secas. Sin embargo, Tonni *et al.* (1999b) en base a un estudio multidisciplinario realizado en proximidades de La Plata (PBA) reconocieron una sucesión estratigráfica conformada por las Formaciones Ensenada y Buenos Aires, compuestas por siete niveles principalmente eólicos (niveles de VII a I), a veces lacustres, donde reconocieron seis paleosuelos desarrollados en sedimentos loésicos y en la parte superior del último nivel el suelo actual. Cuatro de ellos están incluidos en la Fm Ensenada y los otros dos en la Fm Buenos Aires. El Geosuelo Hisisa (Nabel *et al.*, 1993) separa el nivel III del IV. El nivel IV está y situado al tope de la Fm Ensenada y su paleosuelo cuspidal se correlaciona con el Geosol El Tala (Nabel *et al.*, 1993) al cual proponen como límite superior de la Fm Ensenada. Asimismo, La Biozona de *Mesotherium cristatum* (Cione & Tonni, 2005) coincide espacialmente con la Fm Ensenada en el NE de la región pampeana y la de *Megatherium americanum* es el fundamento bioestratigráfico del Bonaerense y su límite inferior coincide con la base de la Fm Buenos Aires en el NE de la provincia de Buenos Aires y su fósil guía *Equus (Amerhippus) neogaeus* (Cione & Tonni, 1999), corresponde al interglacial OIS 5e (130.000 años AP), base del Pleistoceno Superior.

En el aspecto climático, la alternancia de niveles loésicos con paleosuelos es indicativo de cambios climáticos, donde el loess se depositó en condiciones semiáridas a áridas, en cambio el desarrollo de suelos indica clima subhúmedo a húmedo y una cubierta vegetal, incluso arbórea, tal como lo marca la abundancia de los fitolitos correspondientes. Además, la presencia de nódulos de dendritas de manganeso en algunos de los paleosuelos apuntan a condiciones de mayor humedad y/o mal drenaje de los suelos. Asimismo, las evidencias faunísticas sugieren el inicio en la región pampeana de las etapas glaciales en las postrimerías del Ensenadense, donde aparecieron especies adaptadas al clima frío y árido: *Eligmodontia* (Tonni *et al.*, 1993), *Microcavia*, *Reithrodon*, *Zaedyus* y *Tolypeutis* (Tonni & Cione, 1994; 1995).

Este período climático se acentuó y perduró entre el Pleistoceno tardío y el Holoceno (Tonni *et al.*, 1999) durante el cual se generaron intensas acciones eólicas, deflación generalizada, excavación de cubetas, calcificación, salinización y acumulación de mantos de loess. Este loess, denominado Fm Buenos Aires por Riggi *et al.* (1986), de acuerdo a Iriondo & Kröhling (1996), se correspondería con el estadio isotópico de oxígeno EIO4, representado por clima frío y seco en la llanura pampeana, con una edad de 80.000/60.000 años AP, en cambio, Toledo (2005; 2011) le asigna una edad entre 115 (?) y 55.000/50.000 años AP.

En la cuenca del río Salado este periodo glaciario se ha caracterizado por una sucesión climas secos y húmedos que rige hasta el presente. Las evidencias de dicha sucesión climática se encuentran en los sedimentos colmatantes de ambientes acuáticos y en los diferentes depósitos aflorantes de la región (Iriondo & Kröhling, 1995, 1996 y 2007; Iriondo, 1999 y 2010; Dangavs 2005; 2009a, b y c; 2018 y 2019; Dangavs & Mormeneo, 2006 y 2012; Dangavs & Reynaldi, 2008; Dangavs & Pierrard, 2013; Kröhling & Carignano, 2014; etc.) Al aplicar los conceptos de etapas de biostasia (húmedas) y de rexistasia (secas) del edafólogo Erhart (1956) se han podido establecer en la cuenca del río Salado desde el "posensenadense" la existencia cinco etapas climáticas secas (**ES5-ES1**) y otras tantas húmedas (**EH5-EH1**), (*cf.* Tabla 10).

Las etapas secas se caracterizaron por clima más frío y seco, deflación que excavó cubetas, presencia de lagos salados o sabkhas donde precipitaron sales (yeso, calcita, dolomita, etc.), hubo pelletización por efecto salino (Tricart, 1954b, 1969) y se acumularon depósitos eólicos intra y extracuencales de arena, limo y arcilla en forma de "pellets". Las acumulaciones eólicas de arcilla fueron denominadas dunas de arcilla (Bowler, 1973; Dangavs, 1979), las que se hallan preferentemente en los bordes de sotavento de los cuerpos de agua. Esta característica climática aconteció en la región pampeana en sucesivas etapas a partir del Pleistoceno tardío, imprimiendo al paisaje rasgos desérticos que se manifiestan principalmente por el relieve medanoso del "Mar de Arena Pampeano" (Iriondo & Kröhling, 1995), las múltiples zonas con dunas longitudinales, parabólicas, en horquilla, de crestas transversales, etc., así como las incontables mega, meso y microcubetas que se esparcen por casi toda la geografía provincial. Por otra parte, las etapas de biostasia fueron de clima cálido y húmedo, donde en las cubetas eólicas funcionaron sucesivos ambientes acuáticos en sus diversas categorías límnicas, en cuyo seno predominó el modelado y el aluvionamiento y sincrónicamente en los terrenos aflorantes la pedogénesis de los sedimentos inmediatos inferiores a la paleosuperficie de ese tiempo. Las Tablas 1 y 10 resumen esta sucesión climática y sus relaciones con los esquemas creados por otros autores.

Todos estos fenómenos se pueden relacionar con el Ciclo Climático Glacial y sus fases climáticas menores (Interglacial, Anaglacial o Glacial temprano, Pleniglacial y Kataglacial) propuestas por Fairbridge (1972), los Estadios Isotópicos de Oxígeno (EIO) del Cuaternario Superior (Shackleton, 1967; 1987) y con las Épocas Pluviales e Interpluviales de la Pampa Deprimida (Tricart, 1973). Al respecto, cabe señalar que, el esquema de Tricart es inverso al propuesto por Frenguelli (1957); es decir, para Tricart las "Épocas Glaciales" corresponden a los "Interpluviales" (secas) y las "Épocas Interglaciales" a los "Pluviales" (húmedas). Hasta ahora las evidencias geológicas en la cuenca del río Salado confirman el esquema propuesto por Tricart.

En síntesis, la interpretación paleoambiental está basada en los estadios isotópicos oxígeno (EIO4 a EIO1) del Pleistoceno tardío, las etapas climáticas alternantes "seco-húmedo" de la región pampeana (Tabla 10), representadas por la secuencia de los depósitos subácueos de ambientes lénticos/lóticos, los subaéreos originados durante las fases eólicas de dunas/loess (D5-L5 a D1-L1) y en los episodios pedogénicos

“posensenadenses” (S4 a S0) establecidos por Iriondo & Kröhling (1995; 1996 y 2007 e Iriondo, 1999; 2010). Las edades consideradas están referidas a dataciones radiocarbónicas de Carbonari *et al.* (1992), Figini *et al.* (1995 y 1998), Tonni *et al.* (1999 A y B); Tonni *et al.* (2003), Prieto *et al.* (2004), Toledo (2005; 2011), Fucks *et al.* (2007; 2009; 2011; 2012; 2015, Mari *et al.* (2013), Pisano & Fucks (2016), Pommarés (2020), Pommarés *et al.* (2021), Dangavs & Pierrard (2013) y Dangavs (2018; 2019) y en datos inéditos del LATYR de la zona del puente El Venado. También se han considerado las edades paleomagnéticas referidas por Nabel & Valencio (1981), Valencio & Orgeira (1983). Bobbio *et al.* (1986), Nabel 1993, Nabel *et al.* (1993), Bidegain (1998), Tonni *et al.* (1999) y Bidegain *et al.* (2005).

**Tabla 10.** El “posensenadense” de la cuenca del río Salado. Estadíos isotópicos de oxígeno, etapas climáticas seco-húmedo, etapas pedogénicas, unidades litoestratigráficas y pedoestratigráficas.

Etapa Climática	Unidad Litoestratigráfica	Unidad Pedoestratigráfica	Depósitos eólicos (5)	Etapa Pedogénica
Húmeda (EH1); Actual	Aluvio reciente	Suelo actual en desarrollo	-----	S0
Seca (ES1) EIO1; PEH	Alofm La Postrera Alomb.IV	-----	D1-L1	----
Húmeda (EH2) EIO1; Máximo Medieval	Fm Luján, Mb Monte	Suelo Pto. Berrondo (4)	-----	S1
Seca (ES2) EIO1	Alofm La Postrera Alomb. III	-----	D2-L2	----
Húmeda (EH3) CBS; EIO1 Hipsitermal	Fm Luján, Mb Río Salado (X)	Suelo Pto. Callejón Viejo (3)	-----	S2
Húmeda (EH3) CBI; EIO1 Hipsitermal	Fm Las Escobas, Mb Canal 18	Suelo Pto. Callejón Viejo (3)	-----	S2
Seca (ES3) Fase final del EIO2	Alofm La Postrera Alomb. II	-----	D3-L3	----
Húmeda (EH4) EIO2	Fm Luján, Mb Lobos	Ps. La Horqueta (?) 2 (X)	-----	S3
Seca (ES4) EIO2; UMG	Alofm La Postrera Alomb. I	-----	D4-L4	----
Húmeda (EH5) EIO3; UPG	Fm Luján, Mb La Chumbiada	Suelo Sin Nombre (1)	-----	S4
Seca (ES5) EIO4; UPG	Fm Buenos Aires	-----	D5-L5	----

**Referencias:** (1): Tonni & Fidalgo (1978); (2): Dangavs (2009a); (3; 4): Fidalgo (1990); EH: etapas húmedas; ES: etapas secas; EIO4 a EIO1: estadíos isotópicos del oxígeno; UPG: último período glaciario; UMG: último máximo glacial; PEH: Pequeña Edad de Hielo; Fm: Formación; Alofm: Aloformación; Mb: Miembro; Alomb: Alomiembro; Ps: Paleosuelo Pto: Puesto; (D): depósitos de dunas y loess (L); S4 a S0 niveles de paleosuelos y el suelo actual, (X): ausente en el paraje, ver Nota <sup>2</sup>.

### Breve historia geológica del paraje, desde el Pleistoceno tardío al presente

El desarrollo geológico regional posensenadense se inició con una prolongada etapa de aridez (ES5), durante la cual se produjeron intensas acciones eólicas, deflación (erosión hialo-eólica) excavación de cubetas, calcificación, salinización y finalmente la acumulación del loess de la Fm Buenos Aires (Riggi *et al.*, 1986), el que se acomodó al relieve previamente elaborado, cuya edad, de acuerdo a Iriondo & Kröhling (2007) superaría holgadamente los 65.000 años AP y según Toledo (2011) el “Grupo de Secuencias Buenos Aires” tendría una edad entre 115.000 y 55.000 años AP; además la antigüedad de dichos fenómenos sería coincidente con el inicio del “Último Máximo Glacial”, acaecido en el EIO4, así como el desarrollo del “Sistema Eólico Pampeano” de Iriondo & Kröhling (1995), durante el cual prevaleció clima frío y muy seco en las llanuras argentinas y el

Nota 2: La duplicación de la Etapa Húmeda EH3 tiene por finalidad señalar para la cuenca baja superior (CBS) y baja inferior (CBI) del río Salado la presencia de dos unidades que prácticamente se excluyen mutuamente, *i.e.* la Fm Luján, Mb Río Salado en CBS y la Fm Canal de Las Escobas, Mb. Canal 18 en la CBI, respectivamente. Se destaca que la penetración marina holocena en el río Salado ha desaparecido mucho antes del puente El Destino (Ruta 57), 29,9 km aguas arriba del puente La Postrera y Fucks *et al.* (2009) reconocieron sedimentos del Mb Río Salado en la boca de la laguna San Lorenzo, situada 2,7 km del río Salado por el Ayo. San Miguel, unos 10 km aguas arriba de la laguna La Tigra, datándolo en  $5.610 \pm 110$  años AP.

avance del clima patagónico unos 1500 km al NE de su posición actual. Estos limos eólicos fueron aportados, en gran parte, por los vientos del sector S-SO (Zárate & Blasi, 1993; Zárate & Tripaldi, 2012), pero también provienen de la deflación local, la que excavó gran parte de las cubetas eólicas de las futuras lagunas de la cuenca, todo lo cual sería coincidente con la fase climática de dunas y loess D5-L5 (Tabla 10), cuyos sedimentos más gruesos (frecuentemente por pelletización) se acumularon en los bordes costeros orientales o en sus cercanías, en cambio, los más finos fueron aventados a otra parte.

Es en esta etapa de aridez donde, en el primitivo valle fluvial del río Salado, entre otros, se concentraron los procesos geomórficos que excavaron, por deflación, la primitiva cubeta de la laguna La Tigra (2,2 km aguas arriba de La Postrera), la que en las sucesivas etapas climáticas alternantes fue modelada, ampliada y profundizada, en cuyo lecho y escarpas se acumularon los depósitos de tres paleoambientes límnicos, un paleoambiente marino, un terrígeno y el fluvio-lacustre actual. Todos estos depósitos se repiten río abajo de dicha laguna, pero río arriba el sedimento marino desaparece, aproximadamente a unos 12 km de dicha laguna, sustituido por la Fm Luján, Mb Río Salado. Por otra parte, la pelletización y posterior deflación de los sedimentos de los paleoambientes límnicos y los provenientes de otras fuentes (aún no del todo dilucidadas) alimentaron el montículo eólico del paraje La Postrera, constituyendo una columna estratigráfica yuxtapuesta a superpuesta de unos 12 m, integrada por cuatro unidades estratigráficas que abarcan del Pleistoceno tardío-tardío al Holoceno tardío-tardío. Cabe destacar que la presencia de ambientes lagunares actuales o extinguidos a lo largo de los cursos fluviales no constituye un fenómeno aislado, sino más bien un fenómeno común. Al respecto, Dangavs *et al.* (2003) reconocieron a lo largo de 205 km del curso del río Salado (entre los meridianos de 58° y 60° Oeste) la existencia de 54 cubetas que contienen o han contenido ambientes lénticos.

A la etapa de aridez anterior siguió un período de estabilidad en clima cálido y húmedo (**EH5**) que representa el inicio del "Pampeano lacustre" de Ameghino (1889), con la acumulación en los lechos fluviales y lagunares del primer depósito del registro paleolimnológico en la depresión del Salado, representado por la Fm Luján, Mb La Chumbiada del Pleistoceno tardío (Dillon & Rabassa, 1985). Además, en esta etapa de biostasia se concretó la pedogénesis del loess de la Fm Buenos Aires, representado por el Suelo Sin Nombre (Tonni & Fidalgo, 1978 y Fidalgo & Tonni, 1978). Iriondo (1999), Iriondo & Kröhling (2007) e Iriondo (2010) refieren esta etapa al período climático cálido y húmedo de fines del EIO3 y a la etapa pedogénica **S4**. Diversos autores establecieron edades radimétricas del Mb La Chumbiada muy variadas entre 21.000 y 14.000 años AP, a saber: Figini *et al.* (1998) le asignan una edad entre 29.000 y 21.000 años AP (Mb Guerrero pardo) Fucks *et al.* (2015) entre 21.000 y 17.000 años AP y Prado *et al.* (2013) 14.000 años AP. En base a dichas evidencias cronológicas es factible considerar que la edad las cubetas que contienen al Mb La Chumbiada podrían superar los 30.000 años AP y por ende se podrían correlacionar con las acciones eólicas de deflación-acumulación que avalarían la "Edad Bonaerense" de las principales cubetas lagunares en la región del Salado.

Al episodio húmedo anterior siguió uno frío y seco (**ES4**), todavía del Último Máximo Glacial del EIO2. Este primer evento de aridez posbonaerense afectó los ambientes acuáticos dulciacuícolas, transformándolos en "lagos salados" o ambientes afines a sabkhas, con pelletización, precipitación de sales (carbonatos, sulfatos, cloruros, etc.) y deflación en primera instancia de los sedimentos del Mb La Chumbiada, así como de fuentes más lejanas, incluso con aportes de cenizas volcánicas, todo lo cual en el "paraje La Postrera" se acumuló a sotavento del viento dominante en duna de arcilla, las que lentamente fueron perdiendo esta característica, adquiriendo aspecto loésico y estructura migajosa, constituyendo la base del montículo eólico de paraje. Este primer episodio seco está representado también en otros ambientes actuales o extinguidos de la cuenca del río Salado como depósitos eólicos intracuencales o aflorantes de la Fm La Postrera I (Dangavs, 2005, 2009a, b y c; Dangavs & Blasi, 2002; Dangavs & Reynaldi 2008; Dangavs & Pierrad, 2013, etc.), redefinida en este aporte como Alomb I de la Alofm La Postrera. Según Iriondo & Kröhling (2007) e Iriondo (2010), el nivel estratigráfico equivalente representa la fase climática de dunas y loess D4-L4 con una edad probable entre 15.000 y 11.000 años AP.

La siguiente etapa se desarrolló en clima húmedo (**EH4**) en el interestadial del EIO2, la que está bien

representada por depósitos paleolímpnicos alojados en cubetas de ambientes acuáticos actuales o extinguidos (paleocubetas) de la cuenca del río Salado, correlacionables con el Mb Lobos (Dangavs & Blasi (2003) o Mb Gorch (Fucks *et al.*, 2015) ambos de la Fm Luján del Holoceno temprano, portadores de una mayoría de restos de ambiente dulciacuícola y otros de linaje marino de origen atalásico (*sensu* Cann & De Deckker, 1981), situados en la parte superior del depósito. Este cambio fue producido por la salinización de estos ambientes, que lentamente se transformaron en lagos salados o sabkhas a consecuencia de la instauración de la etapa climática seca **ES3** (ver el párrafo siguiente). Por otra parte, durante el **EH4** se concretó la pedogénesis de los sedimentos del Alomb I de la Alofm La Postrera, con desarrollo de un suelo con marcado horizonte Btk, representado (quizás) por el Paleosuelo La Horqueta (Dangavs, 2009a), ausente en el montículo del río. Según Iriundo & Kröhling (1995) e Iriundo (1999), este evento climático cálido y húmedo se corresponde con el Bölling/Allerød europeo y con la etapa pedogénica **S3**. Las dataciones  $^{14}\text{C}$  de la unidad en el arroyo Tapalqué (Carbonari *et al.*, 1992; Figini *et al.*, 1995 y Tonni *et al.*, 2003) sitúan la base de este nivel estratigráfico entre 21.000 y 17.000 años AP y el techo en 16.000 a 12.000 años AP. Sin embargo dataciones más recientes de Fucks *et al.* (2009 y 2015) y Dangavs (LP-2227, inédito) registraron edades próximas a los 9000 años AP, es decir Holoceno temprano. Asimismo, por la sincronicidad de los fenómenos geológicos, entre el Mb Lobos y la pedogénesis del paleosuelo del Alomb I de la Alofm La Postrera, aunque ausente en el paraje, le correspondería aproximadamente la edad antes mencionada (*circa* 9.000 años AP).

A continuación se instauró una nueva etapa seca (**ES3**), que se corresponde con la fase final del EIO2, equivalente al Younger Dryas europeo, durante el cual los ambientes dulciacuícolas de la etapa húmeda anterior se transformaron en lagos salados o sabkhas, sujetos a desecación, precipitación de yeso, pelletización y deflación de los sedimentos del Mb Lobos o Mb Gorch de la Fm Luján provenientes de dichos ambientes, los que se acumularon en los bordes orientales de las mismas o fueron aventados. Los depósitos de esta segunda etapa eólica posbonaerense fueron denominados Platense eólico por Frenguelli (1957), los que están representados en el paraje por una duna de arcilla con yeso, que se correlaciona con la Fm La Postrera I de Fidalgo (1990) y el Alomb II de la Alofm La Postrera del Holoceno temprano a medio (Dangavs (2005). Los depósitos equivalentes a este nivel estratigráfico representan la fase climática árida y fría del D3-L3 del Holoceno temprano, con una edad probable basada en la edad promedio entre los Mbs Lobos (Mb Gorch) y la ingesión marina (Mb Canal 18) que nos sitúa en más de 7.700 años AP.

En la etapa de biostasia subsiguiente (**EH3**) se instauró un nuevo ciclo cálido y húmedo que se corresponde con el inicio del EIO1, en cuyo transcurso acontecieron tres hechos geológicos notables. El primero se relaciona con la acumulación en los lechos de ambientes exorreicos y endorreicos de la cuenca del Salado (fuera del alcance de la ingesión marina holocena), de la Fm Luján, Mb Río Salado del Holoceno medio (Dangavs & Blasi, 2003), ausente en el paraje, pero presente aguas abajo del Puente El Destino (Ruta 57) y en la mayoría de las lagunas de la cuenca (p.ej. en la laguna Lacombe, 3 km al N de Lezama). El segundo hecho que atañe al paraje estudiado está referido a la presencia en el curso fluvial de la ingesión marina holocena del área costera bonaerense, aproximadamente sincrónica con la acumulación del Mb Río Salado, la que ascendió por el valle del río Salado aproximadamente 106 km, es decir unos 10 a 12 km aguas arriba del extremo occidental de la laguna La Tigra. La unidad marina formaba parte de un ambiente estuario a francamente marino, que Fidalgo *et al.* (1973b) denominaron Fm Las Escobas, Mb Canal 18 y Fidalgo (1979) mantuvo dicha denominación; sin embargo Fucks *et al.* (2010) la renombró como Fm Canal de las Escobas, Mb Canal 18 (el Flandriano de Tricart, 1973). El fenómeno ingesivo representó al Óptimo Climático o Hipsitermal en el sentido de Deevey & Flint (1957), durante el cual hubo un calentamiento global el que aconteció aproximadamente antes del Holoceno medio. El tercer hecho geológico está referido a la etapa pedogenética **S2** durante la cual se desarrolló a partir del Alomb II de la Alofm La Postrera el Suelo Puesto Callejón Viejo (Fidalgo *et al.*, 1973a y b; Fidalgo, 1990; Figini *et al.*, 2003). Este paleosuelo fue datado en su localidad tipo por Mari *et al.* (2013) en el Puesto Callejón Viejo el suelo homónimo, entre  $5.870 \pm 70$  y  $5.640 \pm 70$  años AP. Asimismo, el Óptimo Climático del Holoceno se corresponde con el registro sedimentario de los pisos Platense fluvial de Doering (1882) y

Ameghino (1889), pero cuya extensión temporal hasta ahora es incierta por falta de edades numéricas, con las cuales podría relacionar fehacientemente la ubicación temporal del mismo. Algunos autores lo sitúan entre los 8.500 y 3.500 años AP (Iriondo & García, 1993), otros entre los 6.000 y 2.500 años AP (Masson *et al.*, 2000), etc. Las edades (valores medios) de algunas de las unidades de la región encuadran aproximadamente en el Hipsithermal, a saber: el Mb Lobos (o Gorch): 8.702 años AP el Mb Canal 18: 6.672 años AP; Suelo Puesto Callejón Viejo: 5.775 años AP. Los autores que plantean como base del Óptimo Climático en 2.500 años AP tendrían que incluir a la Alofm La Postrera Alomb III que en esta región representa clima seco con dinámica eólica, lo cual no encuadra para esta región.

A partir del Holoceno medio-tardío se produjeron aún cuatro nuevos episodios climáticos alternantes, dos secos (**ES2** y **ES1**) y dos húmedos (**EH2** y **EH1**), siendo el último el más breve, que representa al tiempo actual. De todos estos fenómenos han quedado registros en los montículos eólicos y las escarpas fluviales y lagunares de la cuenca del río Salado. La primer etapa se caracterizó por clima frío y seco (**ES2**) con intensa actividad eólica, desecación de ambientes acuáticos, excavación y rejuvenecimiento de cubetas, precipitación de carbonatos y yeso, deflación de los depósitos del Mb Río Salado de los lechos lagunares cercanos e incluso de los sedimentos marinos del cauce fluvial y quizás de otras fuentes más lejanas y acumulación de los sedimentos del Alomb III de la Alofm La Postrera del Holoceno medio a tardío, correlacionable con la Fm La Postrera III (Dangavs, 2005), la Fm La Postrera II de Fidalgo (1990) y el Platense superior loésico de Frenguelli (1950). Los sedimentos loésicos de esta etapa, según Iriondo & Kröhling (2007), se corresponden con la fase de dunas y loess D2-L2 de clima subtropical seco estacional. Cabe destacar que el Mb Río Salado no se halla en el cauce fluvial en la zona del paraje La Postrera, sino unos 30 km aguas arriba, no obstante podría haber contribuido con sus sedimentos a enriquecer el montículo eólico de La Postrera. Los sedimentos loésicos de esta etapa, según Iriondo & Kröhling (2007), se corresponden con la fase de dunas y loess D2-L2 de clima subtropical seco estacional, datados por dichos autores en sedimentos equivalentes entre 3.500 y 1.400 años AP.

En la siguiente etapa de biostasia (**EH2**), funcionaron los ambientes acuáticos, se desarrollaron suelos y en el lecho y escarpas del río se acumuló el último depósito paleolínico bonaerense, cuyos depósitos están representados por la Fm Luján, Mb Monte del Holoceno tardío (Dangavs & Pierrard, 2013) y la Fm Luján, Mb Puente Las Gaviotas (Fucks *et al.*, 2015). En forma sincrónica en los interfluvios se produjo la pedogénesis **S1** del Alomb III de la Alofm La Postrera, con desarrollo del Suelo Puesto Berrondo (*sensu* Fidalgo, 1990), que fue datado Mari *et al.* (2013) en su localidad tipo en  $1.710 \pm 60$  años AP y por Dangavs (2019) en el horizonte Btb de dicho paleosuelo, aflorante en la laguna Lobos en  $1.620 \pm 80$  años AP. Cabe destacar que en el área de influencia de las ingresiones marinas esta pedogénesis también afectó a otras unidades no eólicas de mayor edad (cf. Zárate *et al.*, 2000 y Prieto *et al.*, 2004). Hasta ahora el único intento para corregir este desorden en la nomenclatura pedostratigráfica ha sido el de Fucks *et al.* (2007). Según Iriondo (1999) e Iriondo & Kröhling (2007) esta etapa climática cálida y húmeda se corresponde con el "Máximo Medieval", situado entre los 1.400 y 700 años AP.

La última etapa seca (**ES1**) fue relativamente breve y de menor intensidad que la previa, con desecación, deflación, rejuvenecimiento de cubetas, generación de decenas de miles de nuevas microcubetas y la acumulación de los sedimentos eólicos (arenosos y loésicos) más recientes. En la región el episodio se caracterizó por la deflación de sedimentos de lechos, que junto con otros materiales provenientes de zonas más lejanas se depositaron en forma de manto sobre las formaciones infrayacentes, constituyendo mayormente la cubierta sedimentaria de los interfluvios, en cuyo seno se desarrollan los suelos actuales. También se hallan en los lechos de ambientes acuáticos, cubiertos por el Aluvio reciente. Estos depósitos eólicos intra y extracuencales se asignan al Alomb IV de la Alofm La Postrera, correlacionable con la Fm La Postrera IV (Dangavs, 2005) y la Fm La Postrera III de Fidalgo (1990), la que se reasigna a la fase climática de enfriamiento y aridización D1-L1 denominada "Pequeña Edad de Hielo", que diversos autores sitúan entre 700 y 200 años AP.

La etapa final nos sitúa en el clima húmedo actual (**EH1**), que se caracteriza por la estabilidad climática y el

funcionamiento de los ambientes acuáticos en toda la región pampeana, cuyos depósitos se denominan colectivamente “Aluvio reciente”. Asimismo, este régimen es el que posibilita la pedogénesis (**S0**) de los suelos actuales y de los paleosuelos exhumados (suelos relictos). La edad de los depósitos aluviales recientes es post-conquista y posiblemente se ubica entre los 200/300 años AP.

### Conclusiones

Los cambios climáticos acaecidos en la cuenca del río Salado entre el Pleistoceno tardío y el presente se han manifestado como una sucesión alternante “seco-húmedo”. Los episodios secos quedaron registrados en depósitos eólicos, representados por la Fm Buenos Aires y los cuatro Alombs (I a IV) de la Alofm La Postrera, donde el Alomb I representa el Máximo Glacial del EIO2 y la fase climática D4-L4 del **ES4** del Pleistoceno tardío-tardío; el Alomb II a la etapa final del EIO2 del Holoceno temprano y a la fase climática D3-L3 del **ES3** del Holoceno medio; el Alomb III el inicio del EIO1 y al D2-L2 que corresponde al período seco del Holoceno tardío del **ES2** y finalmente el Alomb IV al D1-L1 del **ES1**, este último denominado la “Pequeña Edad de Hielo” del Holoceno tardío-tardío.

Los episodios húmedos están representados por los depósitos de tres paleoambientes lénticos, el ambiente fluvio-léntico actual, uno marino, tres paleosuelos y el suelo actual en desarrollo. Los depósitos de los paleoambientes lénticos están formados por las siguientes unidades del histórico “Pampeano lacustre de Ameghino” todas ellas incluidas actualmente en los cuatro miembros de la Fm Luján, a saber: la etapa húmeda **EH5** por el Mb La Chumbiada, según los diversos autores entre el Pleistoceno tardío y el tardío-tardío, la **EH4** por el Mb Lobos del Holoceno temprano, la **EH3** por el Óptimo Climático o Hipsitermal, teóricamente por el Mb Río Salado del Holoceno medio, ausente en el paraje, sustituido por ingresión marina del Holoceno medio de la Fm Canal de las Escobas, Mb Canal 18, la **EH2** por el Mb Monte del Holoceno tardío que representa al Máximo Medieval y finalmente la **EH1**, conformada por los depósitos de los ambientes actuales que representan al Aluvio reciente, con inicio superior a los 200 años AP.

Los episodios pedogenéticos se corresponden con las sucesivas etapas climática húmedas, cuya sucesión de paleosuelos de edad decreciente fueron desarrollados en las unidades eólicas e incluso sobre unidades en forma aproximadamente sincrónica con la acumulación de los depósitos paleolímnicos (de aguas continentales), el depósito marino y el léntico-lótico actual, a saber: el Suelo Sin Nombre de la etapa pedogenética **S4 (EH5)**, el Paleosuelo La Horqueta (con dudas) del **S3 (EH4)**; el Suelo Puesto Callejón Viejo del **S2 (EH3)**, el Suelo Puesto Berrondo (Geosol La Pelada) del **S1 (EH2)** y por último el suelo actual en desarrollo del **S0 (EH1)**. Salvo el paleosuelo del Alomb I de la Alofm La Postrera, ausente en el paraje, las restantes unidades eólicas del sitio poseen paleosuelos truncados que representan discontinuidades aloestratigráficas y el suelo actual.

En relación con la etapa climática húmeda **EH3**, cabe señalar que la ingresión marina aproximadamente sincrónica con la acumulación del Mb Río Salado, ascendió por el cauce del río Salado unos 22 km aguas arriba del puente La Postrera (en la progresiva km 106,1 del río Salado). Esta unidad marina del Holoceno medio, que representa climáticamente al Hipsitermal, originariamente fue asignada al “Piso Diluvial Querandino” por Doering (1882) y Ameghino (1889). Posteriormente la llamaron Querandinense y Flandriano. Fidalgo *et al.* (1973b) la denominaron Fm Las Escobas, Mb Canal 18 y años después fue renombrada como Fm Canal de las Escobas, Mb Canal 18. Cabe señalar que en la etapa de aridez subsiguiente (D2-L2), los sedimentos provenientes del Mb Canal 18, aparentemente no se incorporaron a ninguna unidad eólica.

Asimismo cabe destacar que, los fenómenos de biostasia y rexistasia del Pleistoceno tardío al presente han abarcado toda la región pampeana, *cf.* Rabassa (1973 y 1990), Tonni y Fidalgo (1978), Fidalgo *et al.* (1991) y Zárate & Blasi (1988, 1991 y 1993), etc. Sin embargo, en la cuenca del río Salado solamente el Alomb IV de la Alofm La Postrera representa un depósito mantiforme de distribución regional que raramente alcanza un metro de espesor, cuyos sedimentos fueron aportados principalmente por los vientos del norte patagónico (Zárate,

2003 y Zárate & Tripaldi, 2012), en cambio, los restantes integrantes de la Alofm La Postrera (Alombs I a III) están formados principalmente por material retrabajado de origen local y eventualmente con aportes de otras fuentes (posiblemente del norte patagónico).

### Agradecimientos

Nuestro reconocimiento a la Lic. Geol. María L. Mormeneo por la realización de los análisis texturales de sedimentos, al Ing. Eric Dangavs por su valiosa ayuda en la adecuación del manuscrito, figuras, etc. a las normas para el envío del trabajo a la RMLP, a los revisores por las valiosas observaciones, sugerencias y comentarios que posibilitó mejorar esta presentación. Finalmente, un especial agradecimiento a la Sra. Secretaria de la RMLP, Lic. Amalia Luy, por su profesionalismo manifiesto en las observaciones y correcciones en las diversas etapas de la publicación, traducida en la optimización de la misma. Muchas gracias a todos.

### Bibliografía

- Ameghino, F. (1889) "Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina", *Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, Actas 6, 1028 pp.
- Anadon, P. (1989) "Los lagos salinos interiores con faunas de afinidad marina del Cenozoico de la Península Ibérica", *Acta Geológica Hispánica* 24, pp. 83-102.
- Bates, R. & Jackson, J. (1987) *Glossary of Geology*. American Institute of Geology, 3<sup>rd</sup> Ed. Alexandria, Virginia, 788 pp.
- Bidegain, J. (1998) "New evidence of the Brunhes/Matuyama polarity boundary in the Hernández-Gorina Quarries, in northwest of the city of La Plata, Buenos Aires Province, Argentina", *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 11/12, pp. 207-229.
- Bidegain, J., Osterrieth, M., Van Velzen, A. & Rico, Y. (2005) "Geología y registros magnéticos entre el Arroyo La Tapera y Santa Clara del Mar, Mar del Plata", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60, pp. 599-604.
- Bobbio, M., Devincenzi, S., Orgeira, M. & Valencio, D. (1986) "La magnetoestratigrafía del Ensenadense y Bonaerense de la ciudad de La Plata (excavación del nuevo Teatro Argentino): Significado geológico", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 41, pp. 7-21.
- Bonadonna, F., Leone, G. & Zanchetta, G. (1995) "Composición isotópica de los fósiles de gasterópodos continentales de la provincia de Buenos Aires. Indicaciones paleoclimáticas". En: Alberdi, M., Leone, G & Tonni, E. (eds). *Evolución biológica y climática de la región Pampeana durante los últimos cinco millones de años. Un ensayo de correlación con el Mediterráneo occidental*, pp. 77-104. Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid.
- Bossi, G. (1998) "Una alternativa en aloestratigrafía", *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 5 (2), pp. 71-95.
- Bowler, J. (1973) "Clay dunes: Their occurrence, formation and environmental significance", *Earth-Science Reviews* 9, pp. 315-338.
- Braccacini, O. (1972) "Cuenca del Salado". En: Geología Argentina, *Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, pp.: 407-417
- Burckhardt, C. (1907) "La formation Pampeenne de Buenos Aires et Santa Fe", pp. 146-171. En: Lehmann-Nitsche, R. compilador). *Nouvelles recherches sur la formation Pampeenne et l'homme fossile de la République Argentine*. *Revista del Museo de La Plata* 14, pp. 146-171.
- CAE (1992) "Comité Argentino de Estratigrafía. Código Argentino de Estratigrafía", *Asociación Geológica Argentina. Serie B (Didáctica y Complementaria)* 20, pp. 1-64.
- Cann, J. & De Deckker, P. (1981) "Fossil Quaternary and living Foraminifera from athalassic saline lakes, South Australia", *Journal of Paleontology* 55, pp. 660-670.
- Cantú, M. (1992) "El Holoceno en la provincia de Córdoba" En: Iriondo, M (ed.) *El Holoceno en la Argentina, Vol. I* Buenos Aires, Edición CADINQUA, pp. 1-16.
- Cappannini, D. (1949) *Estudio geodafológico del curso inferior del río Salado y zonas adyacentes (Provincia de Buenos Aires)*. Tesis Doctoral inédita, La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
- Cappannini, D. (1952) "Geodafología de curso inferior del río Salado de la provincia de Buenos Aires". *IDIA* 50-51: 55 pp. INTA, Buenos Aires.
- Carbonari, J., Huarte, R. & Figini, A. (1992) "Mb Guerrero, Fm Luján (Pleistoceno, provincia de Buenos Aires) edades <sup>14</sup>C". *3<sup>as</sup> Jornadas Geológicas Bonaerenses*, Actas, pp. 245-247. La Plata.
- Carver, R. (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 de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 23, pp. 232-254.
- Cione, A. & Tonni, E. (1999) "Biostratigraphy and chronological scale of uppermost Cenozoic in the Pampean area, Argentina". En: Tonni, E. & Cione, A. (Eds.) *Quaternary vertebrate Paleontology in South America. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 12, pp. 34-51.
- Cione, A. & Tonni, E. (2001) "Correlation of Pliocene to Holocene southern South American and European vertebrate-bearing units". En: Rook, L. & Torre, D. (Eds.): *Neogene and Quaternary continental stratigraphy and mammal evolution. Bolletino della Società Paleontologica Italiana* 40 (2): 167-173.
- Cione, A. & Tonni, E. (2005) "Bioestratigrafía basada en mamíferos del Cenozoico Superior de la provincia de Buenos Aires, Argentina". *Relatorio XVI Congreso Geológico Argentino*, cap. XI, pp. 183-200. La Plata.
- Clapperton, Ch. (1993) *Quaternary Geology and Geomorphology of South America*. Elsevier, Amsterdam. 779 pp.
- Cohen, K., Finney, S., Gibbard, P. & Fan, J. (2013) "The ICS international chronostratigraphic chart" *Episodes* 36, pp. 199-204.
- CAE. (1992) Código Argentino de Estratigrafía. Comité Argentino de Estratigrafía *Asociación Geológica Argentina, Serie B-20*: 64 pp. Buenos Aires.
- Chebli, G., Mozetic, M., Rosello, E. & Bühler, M. (1999) "Cuencas sedimentarias de la llanura chacopampeana". En: *Geología Argentina, Anales* 29, cap. 20, pp. 627-644. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico y Minero Argentino. Buenos Aires.
- Dangavs, N. (1979) "Presencia de dunas de arcillas fósiles en la Pampa Deprimida", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 34 (1), pp. 31-35.
- Dangavs, N. (1983) "Geología del complejo lagunar "Salada Grande" de General Lavalle y General Madariaga, Provincia de Buenos Aires", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 38 (2), pp.161-174.
- Dangavs, N. (2005) "La Fm La Postrera I, II, III y IV de la Laguna Las Barrancas de Chascomús, Provincia de Buenos Aires". *16º Congreso Geológico Argentino*, Actas 4, pp. 115-122. La Plata.
- Dangavs, N. (2009a) "Los paleoambientes cuaternarios del arroyo La Horqueta, Chascomús, provincia de Buenos Aires", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64 (2), pp. 249-262.
- Dangavs, N. (2009b) "Paleolimnología de las lagunas periódicas (secas) Esquivel, del Medio y El Espartillar, Chascomús, Buenos Aires, Argentina". *4º Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*, Resúmenes, 265 y Actas CD, pp. 290-299. La Plata.
- Dangavs, N. (2009c) "Estratigrafía pleistocena tardía-holocena y paleolimnología de la laguna Chis-Chis, Chascomús, Buenos Aires, Argentina". *4º Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*, Resúmenes, 266 y Actas CD, pp. 300-309. La Plata.
- Dangavs, N. (2018) "Geología y paleolimnología del complejo lagunar "Santa Rosa del Monte", provincia de Buenos Aires, Argentina", *Revista del Museo de La Plata*, Vol.3 (1), pp. 1-40.
- Dangavs, N. (2019) "El registro paleoambiental del Pleistoceno tardío al presente en la laguna Lobos, Buenos Aires Argentina", *Revista del Museo de La Plata*, Vol.4 (1), pp.183-221.
- Dangavs, N. & Blasi, A. (2002) "Los depósitos de yeso intrasedimentario del arroyo El Siasgo, Monte y General Paz, Provincia de Buenos Aires" *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 57 (3), pp. 315-327.
- Dangavs, N. & Blasi, A. (2003) "El Mb Lobos de la Fm Luján: Cambio de rango de la Fm Lobos, unidad estratigráfica del Pleistoceno superior de la cuenca del río Salado de la provincia de Buenos Aires". *2º Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*, Actas, pp. 67-74. Tucumán.
- Dangavs, N. & Mormeneo, M. (2006) "Geolimnología y paleolimnología de la laguna Lacombe, Chascomús, Provincia de Buenos Aires". *3er Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*, Actas 2, pp. 919-932, Córdoba.
- Dangavs, N. & Reynaldi, J. (2008) "Paleolimnología de la laguna Cerrillo del Medio, Monte, provincia de Buenos Aires", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63 (1), pp. 29-42.
- Dangavs, N. & Mormeneo, M. (2012) "Geolimnología y paleolimnología de la laguna Adela, Chascomús, Provincia de Buenos Aires, Argentina", *Revista del Museo de La Plata, Sección Geología*, 13 (166).pp. 1-26.
- Dangavs, N. & Pierrard, L. (2013) "Paleolimnología de la Laguna del Monte, San Miguel del Monte, provincia de Buenos Aires", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 70 (1), pp. 128-143.
- Dangavs, N., Pierrard, L. & Reynaldi, J. (2003) "Paleolimnología del río Salado entre los meridianos 58º y 60º, provincia de Buenos Aires". *2º Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*, Actas, pp. 245-256. San Miguel de Tucumán.
- De Deckker, P. (1988) "Biological and sedimentary facies of Australian salt lakes", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 62, pp. 237-270.
- Deevey, E. & Flint, R. (1957) "Postglacial Hypsithermal interval" *Science* 125, n° 3240, pp. 182-184.
- De Francesco, C. & Blasi, A. (2012) "Redescripción y significado paleoambiental de *Heleobia ameghini* (Doering, 1884), (Gastropoda: Rissosoidea) en el Pleistoceno tardío de la provincia de Buenos Aires", *Ameghiniana* 49, pp. 17-25.
- De Salvo, O., Ceci, J. & Dillon, A. (1969) "Caracteres geológicos de los depósitos eólicos del Pleistoceno superior de Junín (Provincia de Buenos Aires)". *4as Jornadas Geológicas Argentinas*, Actas 1, pp. 269-292. Mendoza.

- Dillon, A. & Rabassa, J. (1985) "Mb La Chumbiada, Fm Luján (Pleistoceno, provincia de Buenos Aires): una nueva unidad estratigráfica del valle del río Salado". *Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses*. Actas, pp. 1-27. Tandil.
- Doering, A. (1882) Informe Oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro. Entrega 3 (Geología), pp. 295-530. Buenos Aires.
- Erhart, H. (1956) *La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Esquisse d'une théorie géologique et géochimique. Biostasie et rhexistasie*. Masson, Paris. 177 pp.
- Fairbridge, Rh. (1972) "Climatology of a Glacial Cycle" *Quaternary Research* 2, pp. 283-302.
- Fidalgo, F. (1979) "Upper Pleistocene-Recent marine deposits in northeastern Buenos Aires Province (Argentina)". *Proceedings of the 1978 International Symposium on coastal evolution in the Quaternary*, pp.384-404, Sao Paulo, Brasil.
- Fidalgo, F. (1983) "Algunas características de los sedimentos superficiales en la cuenca del río Salado y en la Pampa". *Coloquio Internacional de Hidrología de Grandes Llanuras, Olavarría*. CONAPHI-UNESCO. Actas 2: 1043-1067. Buenos Aires.
- Fidalgo, F. (1990) "La Fm Las Postrera". *Simposio Internacional sobre Loess*. INQUA. Resúmenes Expandidos, pp. 78-83. Mar del Plata.
- Fidalgo, F. (1992) "Provincia de Buenos Aires Continental". En Iriondo, M. (ed.). *El Holoceno en la Argentina* 1, Edición CADINQUA 1. Buenos Aires, pp. 23-38.
- Fidalgo, F. (1999) "Cuaternario de la Provincia de Buenos Aires". En: *Geología Argentina Anales* 29, cap. 23: 700- 709. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico y Minero Argentino. Buenos Aires.
- Fidalgo, F. & Tonni, E. (1978) "Aspectos paleoclimáticos del Pleistoceno tardío-Reciente en la provincia de Buenos Aires". *2ª Reunión Informativa Cuaternario Bonaerense*, Resúmenes, pp. 21-28, CIC, La Plata.
- Fidalgo, F. & Tonni, E. (1981) "Sedimentos eólicos del Pleistoceno tardío-Reciente en el área interserrana Bonaerense". *8º Congreso Geológico Argentino*, Actas 3: 33-39. San Luis.
- Fidalgo, F. & Tonni, E. (1982) "The Holocene in Argentina, South America. In: Chronostratigraphic subdivision of the Holocene". *Striae* 16: 49-52. Uppsala, Suecia.
- Fidalgo, F., De Francesco, F. & Colado, U. (1973a) "Geología superficial en las hojas Castelli, J.M. Cobo y Monasterio, provincia de Buenos Aires". *5º Congreso Geológico Argentino*, Actas 4: 27-39. Córdoba.
- Fidalgo, F., Colado, U. & De Francesco, F. (1973b) "Sobre intrusiones marinas cuaternarias en los partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena, provincia de Buenos Aires". *5º Congreso Geológico Argentino*, Actas 5: 227-240. Córdoba.
- Fidalgo, F., De Francesco, F. & Pascual, R. (1975) "Geología superficial de la llanura bonaerense". En: *Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires*, pp. 103-138. *6º Congreso Geológico Argentino*. Bahía Blanca.
- Fidalgo, F., Gentile, R. & Correa, H. (1986) "Geología y geomorfología en la cuenca del arroyo Tapalqué". *Informe 30 Comisión de Investigaciones Científicas*. Provincia de Buenos Aires, La Plata. 73 pp.
- Fidalgo, F., Riggi, J., Gentile, R., Correa, H. & Porro, N. (1991) "Los "Sedimentos Postpampeanos" continentales en el ámbito sur bonaerense", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 46, pp. 239-256.
- Figini, A., Fidalgo, F., Huarte, R., Carbonari, J. & Gentile, R. (1995) Cronología radiocarbónica de los sedimentos de la Fm Luján en el arroyo Tapalqué, provincia de Buenos Aires. *4ªs Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses*, Actas 1: 119-126. Junín.
- Figini, A., Huarte, R., Carbonari, J. & Tonni, E. (1998) Edades C-14 en un perfil del arroyo Tapalqué, provincia de Buenos Aires. Contribución a la cronología de acontecimientos faunístico-ambientales. *10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nacional de Geología Económica*, Actas 1: 27-31. Buenos Aires.
- Figini, A., Carbonari, J. & Huarte, R. (2003) "Geosuelo Puesto Callejón Viejo. Su posición cronológica y relación con eventos paleoclimáticos y paleoambientales". *2º Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*, Actas, pp. 93-100. San Miguel de Tucumán.
- Folk, R. (1968) *Petrology of Sedimentary Rocks*, Hemphill's, Austin, Texas, 170 pp.
- Frenguelli, J. (1945) "El Piso Platense", *Revista del Museo de La Plata (NS)*, *Geología* 2, pp.87- 311.
- Frenguelli, J. (1950) Rasgos generales de la morfología de la provincia de Buenos Aires. LEMIT. Serie II, N° 33, 73 pp. La Plata.
- Frenguelli, J. (1957) "Neozoico". En: *Geografía de la República Argentina*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA 2, pp. 1-113. Buenos Aires.
- Fucks, E., Huarte, R., Carbonari, J. & Figini, A. (2007) "Geocronología, paleoambientes y paleosuelos holocenos en la región pampeana", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62 (3): 425-433.
- Fucks, E., Huarte, R., Carbonari, J. & Pisano, F. (2009) "Cronología de los depósitos fluviales del Pleistoceno Tardío-Holoceno en la cuenca inferior-media del Río Salado, provincia de Buenos Aires". *IV Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*, XII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. II Reunión sobre el Cuaternario de América del Sur. Resúmenes, p.361. La Plata
- Fucks, E., Schnack, E. & Aguirre, M., (2010) "Nuevo ordenamiento estratigráfico de las secuencias marinas del sector continental de la Bahía

- Samborombón, provincia de Buenos Aires” *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 67, pp. 27-39.
- Fucks, E., Pisano, F., Carbonari, J. & Huarte, R. (2011) “Correlación estratigráfica y cronología en diferentes ambientes geomorfológicos de la cuenca del Salado, provincia de Buenos Aires”. *XVIII Congreso Geológico Argentino*, p. 2001. Neuquén.
- Fucks, E., Pisano, F., Carbonari, J. & Huarte, R. (2012) “Aspectos geomorfológicos del sector medio e inferior de la Pampa Deprimida, Provincia de Buenos Aires”, *Revista de la Sociedad Geológica de España* 25 (1-2), pp. 107-117.
- Fucks, E., Pisano, M., Huarte, R., Di Lello, C., Mari, F. & Carbonari, J. (2015) “Stratigraphy of the fluvial deposits of the Salado River basin, Buenos Aires Province: Lithology, chronology and paleoclimate”, *Journal of South American Earth Sciences* 60, pp. 129-139.
- González Bonorino, F. (1965) “Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico”, *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 20 (1), pp. 67-148.
- González, M., Musacchio, E., García, A., Pascual, R. & Corte, A. (1981) “Las líneas de costa pleistocenas de la Salina del Bebedero, San Luis, Argentina”. *8º Congreso Geológico Argentino*, Actas III, pp. 617- 628. San Luis.
- Goudie, A. & Wells, G. (1995) “The nature, distribution and formation of pans in arid zones” *Earth-Science Reviews* 3, pp. 1-69.
- Imbellone, P. & Cumba, A. (2003) “Una sucesión con paleosuelos superpuestos del Pleistoceno medio-tardío, Holoceno, zona sur de La Plata. Provincia de Buenos Aires”, *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 10 (1), pp. 3-21.
- Introcaso, A. & Ramos V. (1984) “La Cuenca del Salado, un modelo de evolución aulacogénica”. *9º Congreso Geológico Argentino*, Actas 3, pp. 27-46. Bariloche, Río Negro.
- Iriondo, M. (1994) “Los climas cuaternarios de la región pampeana”, *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales “Florentino Ameghino*. Vol. 4, pp. 6-46
- Iriondo, M. (1999) “Climatic changes in the South American plains: Record of a continental-scale oscillation”, *Quaternary International* 57-58, pp. 93-122.
- Iriondo, M. (2010). *Geología del Cuaternario en Argentina*. Edición: Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino. Ed. Moglia SRL, Corrientes. 437 pp.
- Iriondo, M. & García, N. (1993) “Climatic variations in the Argentine plains during the last 18,000 year”, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 101, pp. 209-220.
- Iriondo, M. & Kröhling, D. (1995) “El Sistema Eólico Pampeano. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales”. Vol. 5 (1), pp. 1-68. Santa Fe
- Iriondo, M. & Kröhling, D. (1996) “Los sedimentos eólicos del noreste de la llanura pampeana (Cuaternario Superior)”. *13er Congreso Geológico Argentinos*, Actas 4, pp. 27-48. Buenos Aires.
- Iriondo, M. & 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, pp. 1-23.
- Kröhling, D. & Carignano, C. (2014). La estratigrafía de los depósitos sedimentarios cuaternarios. Relatorio del 19º Congreso Geológico Argentino, pp. 673-724. Córdoba.
- Latrubesse, E. & Ramonell, C. (1990) “Unidades estratigráficas del Cuaternario en la provincia de San Luis, Argentina”. *XI Congreso Geológico Argentino*, Actas 2, pp. 109-112. San Juan.
- Mari, F., Fucks, E., Pisano, F., Huarte, R. & Carbonari, J. (2013) “Cronología radiocarbónica en paleoambientes del Pleistoceno tardío y Holoceno de la Pampa Deprimida, provincia de Buenos Aires”, *Revista del Museo de La Plata*, Sección Antropología 13, pp. 51-58.
- Masson, V., Vimeux, F., Jouzel, J., Morgan, V., Delmotte, M., Ciais, P., Hammer, C., Johnsen, S., Liperkov, V., Mosley Thomson, J., Petit, E., Steig, E., Stievenard, M. & Vaikmae, R. (2000) “Holocene climate variability in Antarctica based on 11 ice cores isotopic records”, *Quaternary Research* 54, pp. 238-358.
- Munsell Color Co. (2010). *Munsell soil color chart*, Baltimore, Maryland.
- Nabel, P. (1993) “The Brunhes-Matuyama boundary in Pleistocene sediments of Buenos Aires Province, Argentina”, *Quaternary International* 17, pp. 79-85.
- Nabel, P. & Valencio, D. (1981) “La magnetoestratigrafía del Ensenadense de la ciudad de Buenos Aires: Su significado geológico”, *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 36, pp. 7-18.
- Nabel, P., Camilión, M., Machado, G., Spiegelman, A. & Mormeneo, L. (1993) “Magneto y litoestratigrafía de los sedimentos pampeanos los alrededores de la ciudad de Baradero, Provincia de Buenos Aires”, *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 48, pp. 193-206.
- NACSN (1983) *North American Commission on Stratigraphic Nomenclature. North American Stratigraphic code*. American Association of Petroleum Geologists Bulletin 67, pp. 841-875.
- Orgeira, M. (1987) “Estudio paleomagnético de sedimentos del Cenozoico tardío en la costa atlántica bonaerense”, *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 42, pp. 362-376.

- Pardiñas, U., Gelfo, J., San Cristóbal, J., Cione, A. & Tonni, E. (1996) "Una tafocenosis de organismos marinos y continentales en el Pleistoceno superior en el sur de la provincia de Buenos Aires". *XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, Actas V, pp. 95-111. Buenos Aires.
- Pascual, R., Ortega Hinojosa, E., Gondar, D. & Tonni, E. (1965) "Las edades del Cenozoico mamífero de la Argentina, con especial atención a aquellas del Territorio Bonaerense", *Anales Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires* 6, pp. 165-193.
- Pisano, F. & Fucks, E. (2016) "Quaternary mollusc assemblages from the lower basin of Salado River, Buenos Aires Province: Their use as paleoenvironmental indicators", *Quaternary International* 391, pp.100-111.
- PMI (1999). Plan Maestro Integral Cuenca del Río Salado. Ministerio de Economía de la Provincia de Buenos Aires. Unidad Ejecutora Provincial: Sir William Halcrow & Partners Ltd. Informe Final, 1300 pp.
- Pommarés, N. (2020) "Estudios estratigráficos y geomorfológicos en la cuenca media del río Salado, provincia de Buenos Aires. Reconstrucción paleoclimática y paleoambiental", Tesis Doctoral inédita, La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
- Pommarés, N., Fucks, E., Pisano, M., Luengo, M., Ramos, N. & Di Lello, C. (2021) "Late Pleistocene-Holocene paleoenvironments in the middle basin of the Salado river, province of Buenos Aires, Argentina", *Journal of South American Earth Sciences* 105, 103001, pp. 1-17.
- Prado, J., Menegaz, A., Tonni, E. & Salemme, M. (1987) "Los mamíferos de la fauna local Paso Otero (Pleistoceno tardío), provincia de Buenos Aires. Aspectos paleoambientales y bioestratigráficos", *Ameghiniana* 24, pp. 217-233.
- Prado, J., Alberdi, M. & Di Martino, V. (2012) "Équidos y Gomphotherios del Pleistoceno tardío de las localidades de "Cascada Paleolama" y "El Conglomerado", sudeste de la provincia de Buenos Aires", *Ameghiniana* 49 (4), pp. 623-641.
- Prado, J., Bonini, R., Alberdi, M., Scanferla, A., Pomi, L. & Fucks, E. (2013) "Nuevos registros de *Hippidion* (*Mammalia*, *Perissodactyla*) en el Pleistoceno tardío de la provincia de Buenos Aires, Argentina", *Estudios Geológicos* 69 (2), pp. 239-253.
- Prieto, A., Blasi, A., De Francesco, C. & Fernández, C. (2004) "Environmental history since 11,000 yr B.P. of the northeastern Pampas, Argentina, from alluvial sequences of the Luján River", *Quaternary Research* 62, pp. 146-161.
- Rabassa, J. (1973) "Geología superficial en la Hoja "Sierras de Tandil". Provincia de Buenos Aires", *Anales del LEMIT* 3, pp. 115-160.
- Ramos, V. (1999) "Las Provincias Geológicas del Territorio Argentino". En: *Geología Argentina Anales* 29, cap. 3, pp. 42-96. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico y Minero Argentino. Buenos Aires.
- Riggi, J., Fidalgo, F., Martínez, O. & Porro, N. (1986) "Geología de los "Sedimentos Pampeanos" en el partido de La Plata", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 41(3-4), pp. 316-333.
- Rolleri, E. (1975) "Provincias geológicas bonaerenses". En: *Relatorio de la Geología de la Provincia de Buenos Aires*, pp. 29-53. VIº Congreso Geológico Argentino, Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires.
- Salvador, A. (Ed), (1994) *International Stratigraphic Guide. International Subcommission on stratigraphic classification of IUGS*, International Commission on Stratigraphy. Boulder, Colorado. 214 pp.
- Santa Cruz, J. (1972) "Estudio sedimentológico de la Fm Puelches en la provincia de Buenos Aires", *Revista Asociación Geológica Argentina* 27 (1), pp. 5-62.
- Scanferla, A., Bonini, R., Pomi, L., Fucks, E. & Molinari, A. (2013) "New late Pleistocene megafaunal assemblage with well-supported chronology from the Pampas of southern South America", *Quaternary International* 307, pp. 97-161.
- Shackleton, N. (1967) "Oxygen isotope analyses and Pleistocene temperatures reassessed", *Nature* 215, pp. 15-17.
- Shackleton, N. (1987) "Oxygen isotopes, ice volume and sea level", *Quaternary Science Reviews* 6, pp. 183-190.
- Shaw, P. & Bryant, R. (2011) "Pans, playas and salt lake". En: Thomas, D. (Ed.) *Arid zone geomorphology. Processes, form and change in drylands*. Wiley-Blackwell, Oxford, pp. 373-401.
- Soibelzon, E., Tonni, E. & Bidegain, J. (2008) "Cronología, magnetoestratigrafía y caracterización bioestratigráfica del Ensenadense (Pleistoceno inferior-medio) en la ciudad de Buenos Aires", *Revista Asociación de la Geológica Argentina* 63 (3), pp. 421-429.
- Spalletti, L. & Mazzoni, M. (1975) "Nuevo ordenamiento y significado de pefitas intraformacionales", *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología* 6, pp. 1-10. La Plata,
- Tapia, A. (1935) "Pilcomayo. Contribución al conocimiento de las llanuras argentinas", *Boletín N° 40, Dirección de Minas y Geología*. 124 pp. Buenos Aires.
- Tavella, G. (2005) "Cuenca del Salado. Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires". En: *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*, cap. XXXI, pp. 459-472. La Plata.
- Teruggi, M. (1984) *Diccionario Sedimentológico 2: Rocas aclásticas y suelos*. Ediciones Científicas Librart. 131 pp. Buenos Aires
- Toledo, M. (2005) "Secuencias pleistocenas "lujanenses" en su sección tipo. Primeras dataciones C<sup>14</sup> e implicancias estratigráficas, arqueológicas e históricas, Luján-Jaúregui, provincia de Buenos Aires", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60 (2), pp. 417-424.

- Toledo, M. (2011) "El legado lujanense de Ameghino: revisión estratigráfica de los depósitos pleistocenos holocenos del valle del río Luján en su sección tipo. Registro paleoclimático en la pampa de los estadios OIS 4 al OIS 1", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 68, pp. 121-167.
- Tonni, E. & Fidalgo, F. (1978) "Consideraciones sobre los cambios climáticos durante el Pleistoceno tardío-Reciente en la provincia de Buenos Aires. Aspectos ecológicos y zoogeográficos relacionados", *Ameghiniana* 15, pp. 235-253.
- Tonni, E., Verzi, D., Bargo, M. & Pardiñas, U. (1993) "Mammals in owl pellets from the lower-middle Pleistocene in Buenos Aires province, Argentina", *Ameghiniana* XXX, 342.
- Tonni, E. & Cione, A. (1994) "Los mamíferos y el clima en el Pleistoceno y Holoceno de la provincia de Buenos Aires", *Jornadas de Antropología e Interdisciplinas*, Actas, pp. 127-142.
- Tonni, E. & Cione, A. (1995) "Los mamíferos como indicadores de cambios climáticos en el Cuaternario de la región pampeana de la Argentina", En: Argollo, J., Mourguiart, P. (Eds.) *Climas cuaternarios en América del Sur*. Orstom, La Paz, Bolivia, pp. 319-326.
- Tonni, E., Cione, A. & Figini, A. (1999 A) "Predominance of arid climates indicated by mammals in the pampas of Argentina during the Late Pleistocene and Holocene", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 147, pp. 257-281.
- Tonni, E., Nabel, P., Cione, A., Etchichury, M., Tófaló, R., Scillato Yané, G., San Cristóbal, J., Carlini, A. & Vargas, D. (1999 B) "The Ensenada and Buenos Aires formations (Pleistocene) in a quarry near La Plata, Argentina", *Journal of South American Earth Sciences* 12 (3), pp. 273-291.
- Tonni, E., Huarte, R., Carbonari, J. & Figini, A. (2003) "New radiocarbon chronology for the Guerrero Member of Lujan Formation (Buenos Aires, Argentina): palaeoclimatic significance", *Quaternary International* 109/110, pp. 45-48.
- Tricart, J. (1954a) "Une forme de relief climatique: les sebkhas", *Révue de Géomorphologie Dynamique* 5, pp. 974.
- Tricart, J. (1954b) "Influence des sols salés sur la déflation éolienne en Basse-Mauritanie et dans le Delta du Sénégal", *Révue de Géomorphologie Dynamique* 5, pp. 124-132.
- Tricart, J. (1969) "Actions éoliennes dans la Pampa Deprimida (République Argentine)", *Révue de Géomorphologie Dynamique* 19, pp. 178-189.
- Tricart, J. (1973) "Geomorfología de la Pampa Deprimida". *Colección Científica del INTA* 12. Buenos Aires. 202 pp.
- Valencio, D. & Orgeira, M. (1983) "La magnetoestratigrafía del Ensenadense y Bonaerense de la ciudad de Buenos Aires", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 38 (1), pp. 24-33.
- Warren, J. (1982) "The hydrological setting, occurrence and significance of gypsum in late Quaternary salt lakes in South Australia", *Sedimentology*, 29, pp. 609-637.
- Yrigoyen, M. (1969) "Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina", *Ameghiniana* 6, pp. 315-329.
- Yrigoyen, M. (1975) "Geología de subsuelo y plataforma continental". En: *Relatorio de la Geología de la Provincia de Buenos Aires*, pp. 139-168. 6° Congreso Geológico Argentino, Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires.
- Yrigoyen, M. (1999) "Los depósitos cretácicos y terciarios de las cuencas del Salado y del Colorado". En: *Geología Argentina, Anales* 29, cap. 21, pp. 645-650. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico y Minero Argentino. Buenos Aires
- Zambrano, J. (1971) "Las cuencas sedimentarias en la plataforma continental argentina", *Petrotecnia Revista del Instituto Argentino del Petróleo* vol. 21(4), pp. 29-37.
- Zambrano, J. (1972) La Cuenca del Colorado. En: *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. pp. 419-437.
- Zambrano, J. (1974) "Cuencas sedimentarias en el subsuelo de la provincia de Buenos Aires y zonas adyacentes", *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 29 (4), pp. 443-469. Buenos Aires.
- Zárate, M. (2003) "Loess of southern South America", *Quaternary Science Reviews* 22, pp. 1987-2006.
- Zárate, M. (2005) "El Cenozoico tardío continental de la provincia de Buenos Aires. Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires". En: *Relatorio XVI Congreso Geológico Argentino*, cap. IX. pp. 139-158. La Plata.
- Zárate, M. & Blasi, A. (1988) "Depósitos loésicos del Pleistoceno tardío-Holoceno del flanco sudoccidental del Sistema de Tandilia". En: Iriondo, M. y Ceruti, C. (Eds.). *Simposio Internacional sobre el Holoceno en América del Sur*. INQUA-CADINQUA Resúmenes Expandidos, pp. 142-145. Paraná.
- Zárate, M. & Blasi, A. (1991) "Late Pleistocene and Holocene aeolian deposits of the southeastern Buenos Aires province, Argentina", *Geojournal* 24, pp. 211-220.
- Zárate, M. & Blasi, A. (1993) "Late Pleistocene and Holocene eolian cycle of the southern Buenos Aires province, Argentina", *Quaternary International* 17, pp. 15-20.
- Zárate, M. & Tripaldi, A. (2012) "The aeolian system of central Argentina", *Aeolian Research* 3, pp. 401-417.
- Zárate, M., Kemp, R., Espinosa, M. & Ferrero, L. (2000) "The pedosedimentary and palaeoenvironmental significance of a Holocene alluvial sequence in the southern Pampas, Argentina", *The Holocene* 10, pp. 481-488.