

ARTÍCULO INVITADO

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.

Marcelo Javier TOLEDO¹

Laboratorio de Tectónica Andina, Buenos Aires FCEN-UBA.
Muséum Nationale d'Histoire Naturelle (MNHN), Paris, Francia.
Email: toledom@wanadoo.fr, toledo@mnhn.fr

RESUMEN

Entre 1870 y 1884, Florentino Ameghino consagró todos sus esfuerzos en documentar y probar la coexistencia del hombre y la megafauna pampeana en el Valle de Luján. Definió así una decena de sitios en contexto de canal y planicie aluvial en los valles incisos en el loess pampeano. El contexto geoarqueológico de dichos sitios, caracterizados por numerosos restos óseos de megafauna supuestamente modificados, nunca fue integralmente analizado luego de su publicación en *La Antigüedad del Hombre en el Plata* en 1880-81. Aquí se presentan nuevas evaluaciones e interpretaciones de su "Piso Lujanense" (Ameghino 1884,1889) en base a un análisis secuencial y dataciones AMS, OSL y ESR. Se concluye que los depósitos de relleno de valle pleistocenos comprenden cuatro secuencias fluvio-palustres con límites en 75, 55, 30,17 y 13 ka AP, reflejo en la pampa de los respectivos descensos glacioestáticos correspondientes a los estadios isotópicos OIS 4 al OIS 2. Estos depósitos se encuentran generalmente sellados por un horizonte oscuro, rico en materia orgánica, denominados mantos negros (*black mats*), que indican un cambio climático abrupto con un importante aumento de condiciones húmedas entre 12,5 y 13 ka AP. Los cambios ecológicos asociados habrían iniciado el proceso de extinción de la megafauna.

Palabras clave: *Ameghino, Lujanense, Pampa, LGM, Mantos Negros, OIS.*

ABSTRACT

The Lujanian legacy of Ameghino: A stratigraphic revision of the Pleistocene-Holocene deposits of the Río Luján valley in its type section. The paleoclimatic record in the pampas from OIS 4 to OIS 1.

Between 1870 and 1884, Florentino Ameghino consecrated all his efforts to document and to prove the coexistence of man and Pampean megafauna in the Luján valley. He described several sites in channel and alluvial plain settings in valleys incised on Pampean loess. The geoarchaeological context of these sites, characterized by the abundance of megafauna modified bones, were never studied again after the publication of *La Antigüedad del Hombre en el Plata* in 1880-81. Here we present a stratigraphical reevaluation and reinterpretation of his "Piso Lujanense" based on a sequence stratigraphy analysis and AMS, OSL and ESR dating. We conclude that the Pleistocene valley fill spans from OIS 4 to OIS 2 with sequence boundaries at 75, 55, 30, 17 and 13 ky BP, reflecting the OIS 4 to OIS 2 glacioeustatic falls in the pampas valleys. These deposits were sealed by a rich organic matter layer or black mats, indicating an abrupt climatic change with a dramatic increase of humidity starting sometime between 12.5 and 13 ky BP. The associated ecological changes probably triggered the extinction process.

Keywords: *Ameghino, Lujanense, Pampa, LGM, Mats Blacks, OIS.*

INTRODUCCIÓN

La producción científica ameghiniana tiene su punto de partida en la observación

de los estratos aflorantes en el río Luján con el objetivo primero, frecuentemente olvidado, de construir una base estratigráfica para sus estudios arqueológicos.

La geología, la paleontología y la tafonomía las cultiva, recrea y elabora, simultánea e interactivamente, como instrumentos auxiliares, fundamentales y sustenta-

¹ Actualmente YPF, Exploración, Buenos Aires.

dores, de sus célebres paraderos neo, meo y eolíticos. Entre 1869 y 1878 Ameghino recorre las barrancas del río Luján y afluentes en el sector comprendido entre las actuales ciudades de Luján y Mercedes con el propósito de reunir evidencias probatorias de la cohabitación del hombre con los megamamíferos pampeanos. Como él mismo reconociera, el recuerdo de las actividades de Muñiz, el contacto directo con la prehistoria europea gracias al Profesor Juan Ramorino y los rumores del descubrimiento de François Seguin lo incentivan a encontrar más pruebas en la cuenca del Luján. El rechazo frontal de Burmeister y posteriormente la indiferencia de la Sociedad Científica Argentina sumaron a su curiosidad científica innata un componente de desafío personal que hizo amalgamar sus investigaciones a un aura de misión, de obstinación, con miras a hacer “triunfar” conceptos e ideas generadas en la periferia frente a un poder y ciencias centrales esquivas. El descubrimiento fortuito del Arroyo Frías consolida sus convicciones a punto de no dudar en acicatear y aún provocar abiertamente a los entonces representantes de la ciencia oficial, Burmeister y sus discípulos Moreno, Lista y Zeballos, quienes nunca accederán a la invitación, verdadero ruego de Ameghino, de que una comisión certificadora se dignara a trasladarse y verificar *in situ* sus descubrimientos arqueológicos. Cerradas así las puertas del Museo Público y de la Sociedad Científica y perdido el único nexo con ambos y la Universidad de Buenos Aires que fuera su compatriota Juan Ramorino, Ameghino expone sus ideas y objetos en la Exposición Universal de París de 1878 (Ameghino 1878), en el Congreso de Bruselas de 1879 (Ameghino 1879) y cristalizará todos los conocimientos lujanenses en su invaluable tratado “La Antigüedad del Hombre en el Plata”. Retorna de París en Junio de 1881 acuciado por una mala situación económica, pero con preocupaciones teóricas: la predictibilidad de formas biológicas a partir de conceptos evolutivos, que denominará “zoología matemática” y plasmará en

su celebrada pero nunca analizada Filogenia. Con los auspicios de la Academia Nacional de Córdoba retorna una vez más a Luján donde realiza un corte de detalle en el Paso de la Virgen, última actualización de la sección tipo del “lacustre pampeano” que en 1889 denominará “Piso Lujanense”.

En este estudio nos proponemos analizar la riquísima información sedimentológica y estratigráfica generada en el entre 1869-1889 y descripta principalmente en sus obras de 1880-1881, 1884, y 1889. Este proyecto iniciado en 2002 tiene tres ejes directrices: la historia de la ciencia, la geología de valles del noreste pampeano y la significación actual de las supuestas evidencias arqueológicas aportadas por Ameghino. Nos concentraremos en el análisis de las primeras observaciones estratigráficas para ponerlas en contexto, revalorizar la obra ameghiniana y vincularlas con nuevas observaciones resultantes del análisis de facies, del análisis secuencial y de dataciones absolutas. Esto permitió por un lado comprender la evolución del conocimiento de los sedimentos lujanenses y pampeanos, y por otro, proponer un primer modelo secuencial de relleno de valles y de correlación con la planicie lésica de interfluvios.

METODOLOGÍA Y ÁREA DE ESTUDIO

Todo análisis del relleno del valle pleistoceno-holoceno bonaerense debe tener como referencia las secciones del Río Luján medio por haber sido allí donde se definieron los depósitos “lujanenses” (Ameghino 1881,1884). Si bien actualmente la calidad de los afloramientos ha desmejorado por la actividad humana, sus perfiles son un punto de partida epistemológico inevitable. Así, para este trabajo, el estudio de la estratigrafía de los valles de la pampa ondulada se realizó fundamentalmente en el río Luján entre las localidades de Luján, localidad tipo, y la ciudad de Mercedes. La cuenca de dicho río dreña la vertiente NE de la pampa ondulada (Fig. 1) donde sus barrancas poseen entre

2 y 6 metros de altura dejando aflorar sedimentos fluvio-palustres del Pleistoceno terminal (“Bonaerense” y “Lujanense”) y Holoceno (“Platense”), conocidos litoestratigráficamente como Formación Buenos Aires (Riggi *et al.* 1986) y Formación Luján (Fidalgo 1973b). El modelo secuencial allí establecido se comparó, confirmó y completó con las excelentes exposiciones de Río Salto-Arrecifes, dada la calidad de sus afloramientos y su desconexión geomorfológica con el valle del Luján. Las secciones de Salto poseen mayor desarrollo vertical y exposición, siendo esta área una de las candidatas como referente estratigráfico del Pleistoceno terminal-Holoceno en los valles del noreste pampeano. Otros puntos de observación y control fueron los valles de los ríos Areco, Reconquista, Samborombón, Salado y Pavón. Para confrontar los modelos obtenidos en el área de pampa ondulada con los de cuenca del Saldo y el área interserrana, se visitaron los valles del Salado, Quequén Grande, Quequén Salado, Tapalqué y Claromecó, estos últimos con cuencas de drenaje independientes a las del noreste pampeano y a su vez centro de las más recientes investigaciones estratigráficas y geoarqueológicas. Se relevaron más de 150 metros de perfiles estratigráficos-sedimentológicos a partir de los cuales se realizaron análisis de facies, secuenciales y cronológicos. Se revisó la estratigrafía de los valles del NE pampeano a partir de las secciones tipo del río Luján definiendo unidades separadas por discontinuidades (Código Argentino de Estratigrafía, 1992) o Secuencias deposicionales en contexto no marino (Legarreta *et al.* 1993; Shanley y Mc Cabe 1994; Catuneanu 2007). Se describen Secuencias deposicionales de quinto orden (10 ka-100 ka, Van Wagoner *et al.* 1988) entre discordancias regionales causadas por cambios relativos del nivel de base a partir de las observaciones de superficies estratigráficas, del análisis de facies, de la evolución de la acomodación, aporte y dataciones absolutas. El modelo secuencial derivado fue confrontado y completado con las secciones aflorantes en otros

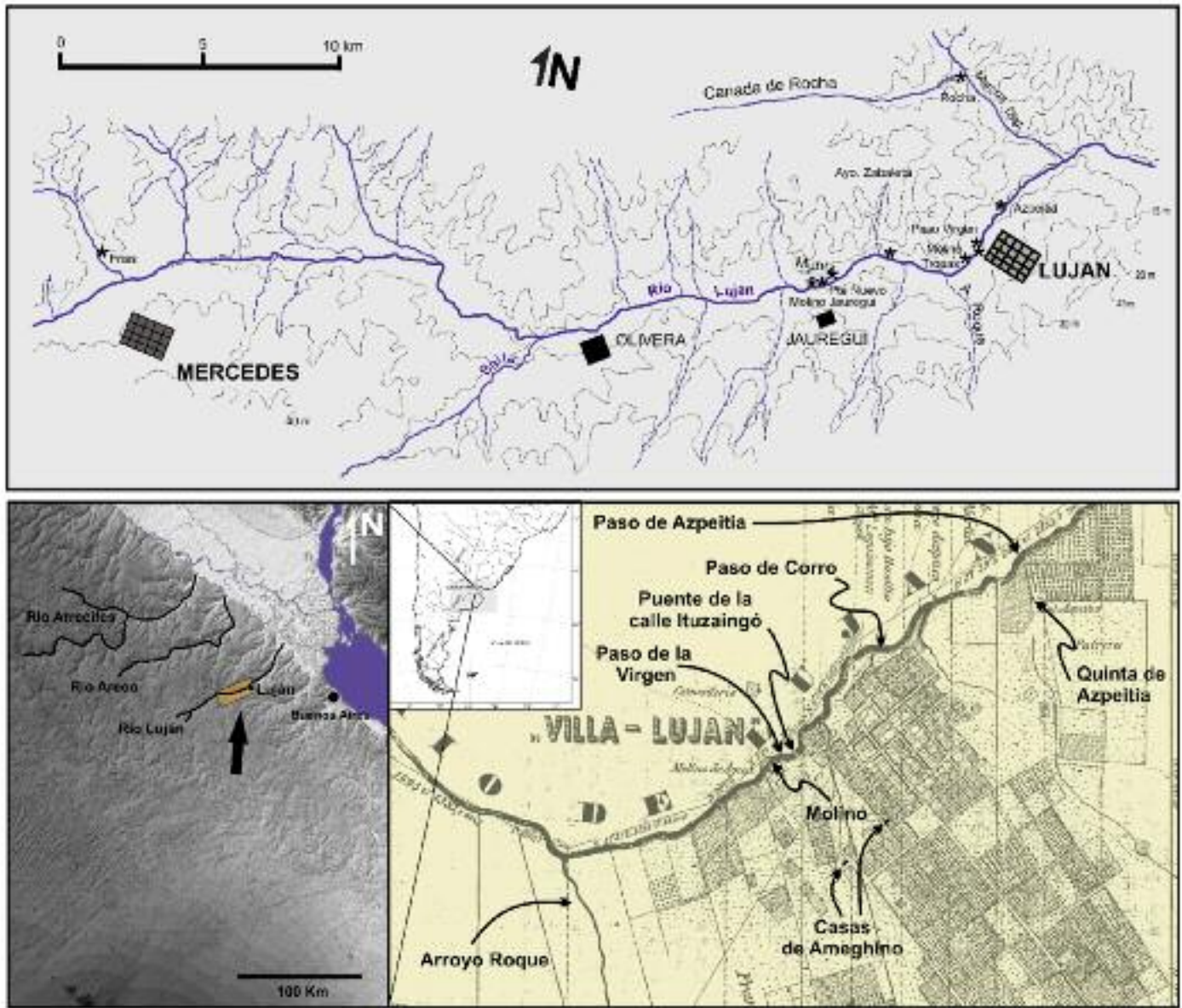


Figura 1: Ubicación del área de estudio. Valle medio del río Luján entre las ciudades de Luján y Mercedes, y catastro histórico de 1866 de la Villa de Luján cuando Ameghino tenía 12 años de edad. Obsérvese la posición del arroyo Roque, del Molino harinero, del Puente y de la Quinta de Azpeitia, sitios todos a los que hará referencia en su *Antigüedad del Hombre en el Plata*.

valles del área, en particular con el del Reconquista y el de Salto-Arrecifes. Debe destacarse que se aplican estos conceptos en un contexto particular, al cual deben adaptarse los conceptos clásicos de estratigrafía secuencial no marina, caracterizado por cotas pre-holocenas mínimas de +10 a +15 m s.n.m, por órdenes de secuencias elementales de unos 10 ka de duración correspondientes a un ciclo de agradación fluvio-lacustre con cuasi indisponibilidad de la fracción arena y apor-

te principal eólico, y que hacia el Holoceno final interfieren con procesos geomorfológicos aún actuantes. El término interfluvio es utilizado en sentido puramente geomorfológico, es decir como el espacio entre dos valles fluviales medios. No es el objetivo de esta revisión estratigráfica discutir los modelos derivados para este contexto particular y confrontarlos con aquellos de erosión y agradación fluvial de la literatura (e.g. Blum 1994), que será objeto de otra contribución.

Se utilizó la nomenclatura de facies fluviales y elementos arquitecturales de Miall (1996). El color de los sedimentos se codificó según la carta de colores de suelo edición Munsell (2000). En los valles del río Luján y Salto se realizaron perfiles laterales a lo largo de las barrancas y cuando la cobertura no lo permitió, en particular en el área de Luján, se practicaron trincheras exploratorias. Se tomaron muestras de moluscos (Fig. 9), sedimentos y fragmentos de piezas dentarias de mega-

mamíferos para dataciones AMS C¹⁴, OSL (en cuarzo) y ESR (véase Cuadro 1), en relación de las discontinuidades detectadas en afloramiento con el propósito de acotar temporalmente los límites secuenciales y la correlación con eventos climático-eustáticos y neotectónicos. Se utilizó el programa Calib 5.1 para calibración de edades C¹⁴ y no se dispone aún, para moluscos continentales, un estudio del efecto reservorio en colecciones anteriores a los ensayos nucleares como el efectuado para el sector marino de la provincia de Buenos Aires (Gómez *et al.* 2008). Un ejemplar actual de *Biomphalaria tenagophila* recogido en el río Luján en Jáuregui arrojó una edad AMS de 1065 ± 26 AP. Las secuencias definidas en el campo y datadas se cotejaron con los registros globales o regionales de estadios isotópicos de oxígeno (OIS), de Petit *et al.* (1999), Cutler *et al.* (2003) y Cavallo *et al.* (2004), Cruz (2006) y EPICA Members (2006). El contexto paleo-geomorfológico, redes de drenaje, geometría de valles y paleocauces se estudió con la ayuda de las cartas topográficas 1: 50.000 del Instituto Geográfico Nacional, modelos numéricos de terreno (DEM), las imágenes satelitales de la cobertura *Google Earth*, imágenes satelitales en periodos de inundación (Modis, Nasa 2003) y control de campo integrados en un proyecto GIS. Los “Paraderos” de Ameghino se consideran aquí solamente como puntos de hallazgos con una ubicación estratigráfica y geográfica, que aquí intentamos precisar, a partir de las descripciones de Ameghino, independientemente de la interpretación de su contenido.

ANTECEDENTES

Bravard, Muñiz y la primera evidencia de valles incisos en el loess

Los depósitos de valle bonaerenses pasaron desapercibidos para la mayoría de los investigadores y naturalistas de la primera mitad del siglo XIX, quienes se concentraron principalmente en explicar el origen de los sedimentos loésicos o “formación pampeana” de interfluvios. D’Or-

bigny y Darwin parecen no haberlos observado en sus rápidos desplazamientos y otros autores los incluyeron sin describirlos, en los aluviones modernos. Es extraño que Darwin con su profundo poder de observación y voluntad de explorar todo sitio de interés a su alcance, no se detuviera en Luján, paraje donde se había descubierto el famoso megaterio de Cuvier, villorrio que lo sorprende con el único puente de madera a peaje entre Bahía Blanca y Paraná (Darwin 1839) al atravesar el río en la mañana del 28 de septiembre de 1834 en dirección a la Cañada de Rocha y Areco, a solo siete kilómetros del punto donde Torres exhumara el megaterio y donde Muñiz formaba las colecciones del incipiente Museo de Buenos Aires y las enviadas luego al museo de París. Exactamente en este mismo punto, luego denominado “Paso de La Virgen”, ya sin el puente que había sido desplazado aguas abajo frente a la actual calle Ituzaingó, Ameghino realizará en 1884 su último y más detallado perfil de los depósitos “lujanenses”.

Hay dos excepciones respecto a las primeras menciones de los depósitos de valle, que son Bravard y Muñiz a quienes su formación científica les permitió distinguir la presencia de sedimentos litológicamente diferentes del loess, donde abundaban los restos fósiles. Bravard (1857) citó también los depósitos holocenos aflorantes en las barrancas de los ríos Matanzas, Salto y Luján que supone, correctamente, lacustres y sin fauna extinta. Sin embargo será el doctor Francisco Javier Muñiz, quien gracias a su larga residencia en Luján y Jáuregui entre 1828 y 1847, tendrá oportunidad de observarlos detenidamente (Palcos 1943, Speroni y Alonso 2001). Es así como Muñiz es el primer naturalista en hacer una descripción detallada en 1847 de las capas lujanenses pero sus manuscritos serán publicados tardíamente, en 1888 (Toledo 2005). Como sugiere uno de sus biógrafos, su obra habría podido ser dada a conocer y comentada con anterioridad, ya que sus manuscritos eran conocidos:

“Ameghino y Juan W. Gez tuvieron en su po-

der una serie de trabajos inéditos del sabio, y no escribieron el amplio estudio que todos habíamos deseado leer” (Palcos, 1943 :IX).

Ameghino era la persona más indicada para dar valor a las primeras descripciones de la estratigrafía lujanense, pero ni él, ni Palcos, ahondan en sus descripciones del “terreno fosilífero”; ambos se detienen a comentar solo las hipótesis de Muñiz sobre el origen de los limos pampeanos, a mitad de camino entre las posiciones darwinistas y las de D’Orbigny. Sarmiento recopila y publica finalmente sus manuscritos en 1885 y nos dice:

“Parece pues que su interés por aquellos restos lo despertó la abundancia de fósiles que encierra el río Luján, cuyas barrancas parecen un osario de las razas extintas, y donde aún se conservaban las bondas excavaciones practicadas para desenterrar el megaterium enviado a Madrid en 1789 [...]. Su residencia durante largos años en Luján, da a sus asertos en cuanto a la composición del suelo que removió constantemente, muy gran autoridad” (Sarmiento 1901: 199).

Lamentablemente en sus “Apuntes topográficos del Departamento del Centro”, no nos deja mayores indicaciones geográficas precisas ni croquis estratigráficos de lo que constituye la primer descripción sedimentológica y estratigráfica por un naturalista argentino. Muñiz no solo describe sino que intenta también una explicación del origen de dichos sedimentos y del loess mismo, que considera formado en una fase transgresiva, algo catastrófica, que llegara hasta el pie de los Andes mismos. También realizó observaciones de orden tafonómico siendo uno de los primeros en deducir los paleoambientes fluvio-palustres del “Lujanense” y la preservación de esqueletos enteros por “empantanamiento”. Observa también e intenta explicaciones de la disposición de moluscos fósiles. En la figura 3 se presenta un esquema de dicha columna reconstituida con las descripciones aportadas por Muñiz (1847). Se propone una posible correlación a partir de los niveles de calcretes rodados que se observan claramente hoy en la misma localidad. Muñiz no será nunca citado en la literatura geológica luego de los comentarios ad-

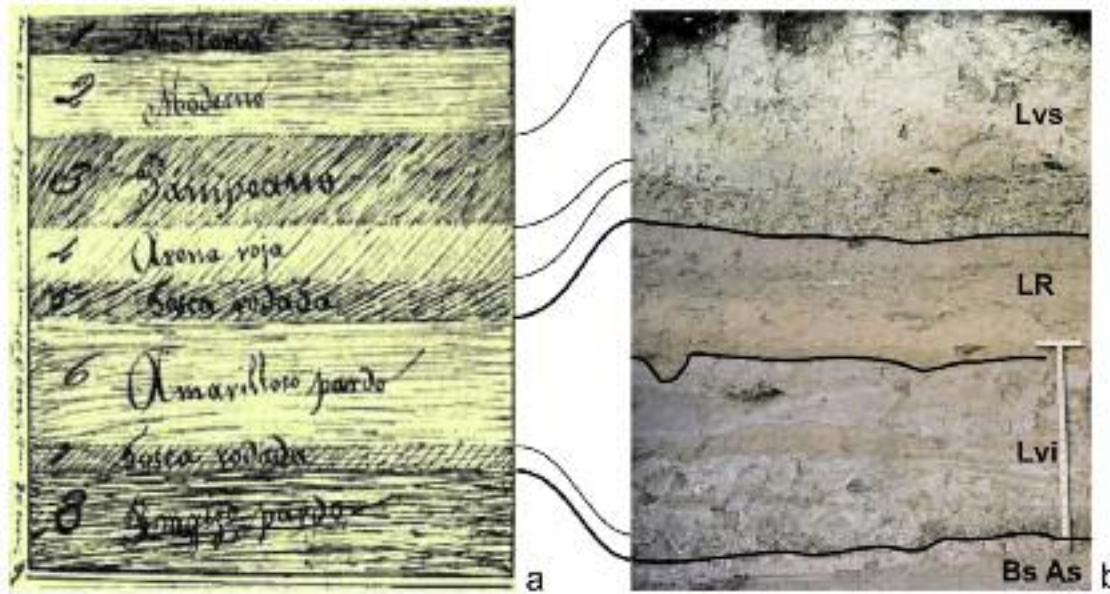


Figura 2: a) Primer dibujo de la sección de la quinta de Azpeitia que Ameghino presentara a la Sociedad Científica Argentina en 1876 como ilustración de su memoria *El hombre cuaternario en la pampa*, publicada póstumamente en su *Obras Completas* (Torcelli 1915:22-40). b) Sección equivalente, en la misma área (La Loma) y posible correspondencia estratigráfica. Escala 1 metro.

juntos a la publicación de sus manuscritos que hiciera Ameghino en 1888:

“El se ocupó de las mismas ciencias que constituyen mis estudios predilectos, vivió quince años en donde yo pase mi niñez y explotó los mismos yacimientos fosilíferos que yo debía remover treinta años después....Y los recuerdos de sus hallazgos, vuelto populares en Lujan, no contribuyeron poco a que me lanzara tras él a las mismas investigaciones” (Sarmiento 1901: 294).

Ameghino luego comenta los estudios geológicos de Muñiz y reconoce:

“Él distinguió ya en esa época el postpampeano lacustre y su origen al que llama Creta blanca, y el pampeano lacustre que denomina terreno fosilífero o marga amarillenta, formaciones que distingue perfectamente del terreno pampeano rojo, lo que no hizo ninguno de los autores que me precedieron en el estudio de la geología de esos terrenos” (Sarmiento 1901: 296).

Queda así por señalar que Muñiz (1847) es el primero en determinar con exactitud el origen fluvial de estos depósitos y su posición “inferior” respecto a las llanuras, es decir, incisos en el limo pampeano que llamará a su vez greda o “formación cretácea”, separándolos claramente del loess pampeano y por lo tanto poniendo en evidencia el relleno de valles:

“estos dos lechos de guijarros (del terreno fosilífero) no se encuentran por toda. Nos ha parecido que solo existen en cañadas u hondonadas que se apoyan lateral e inferiormente sobre la

greda que forman las lomadas laterales [...] Esta falta de extensión en las bandas de marga y su posición sino nos engañamos de ello demuestran, no solo el efecto de corrientes parciales, sino lo moderno de su formación, respectivamente a la de la greda [...] si ella se presentara por lo general más baja con relación a los terrenos adyacentes (aunque no siempre lo fuera), si nuevas observaciones produjeran el mismo resultado, quedaría plenamente demostrada la comunidad de origen de esta formación y la **anterioridad** en estos llanos de la greda sobre ella.” (Sarmiento 1901: 44).

Es decir que Muñiz no solo reconoce su origen fluvial encauzado o de “corrientes parciales” sino que predice acertadamente que la misma formación se encontraría en los otros valles pampeanos. Corresponderá a Ameghino definir la estratigrafía de estos depósitos, quien también como Muñiz vivió en Luján y allí realizará las primeras observaciones aún muy joven, su primer columna estratigráfica tomada frente a la quinta de Azpeitia data de 1876, a los 22 años de edad (Fig. 2), y el último perfil lo realiza ya vuelto de su estadía en Francia en 1884 (Fig. 4). Extrañamente muy pocos investigadores entre los que se dedicaban al estudio del “pampeano” contemporáneos a Ameghino, y durante casi todo el siglo XX a excepción de Frenguelli y Rovereto, visitaron la localidad, devenida tipo para los rellenos de los va-

lles del Pleistoceno terminal. Buscadores de fósiles con un fin netamente comercial como Bonnement, Seguín y los hermanos Breton, conocían sin duda muy bien estos depósitos pero no dejaron descripciones de los mismos (Toledo 2009b). Un ejemplo paradójico es Santiago Roth, quien en sus numerosas exploraciones en el valle del Salto-Arrecifes, debería haber reconocido estas formaciones, sin embargo, junto a Carl Burckhardt consideraron que el pampeano lacustre de Ameghino no tenía razón de ser y lo confundieron con los limos arcillosos verdosos mucho más antiguos intercalados en la Formación Buenos Aires (Roth 1921, Burckhardt 1907). Joaquín Frenguelli visita Luján al menos dos veces, secundado por un antiguo peón de Ameghino, y publica sus conclusiones en 1920, 1928, 1936 y 1957. Carlos Rusconi acompaña a Carlos Ameghino en su última visita a Luján en 1931 pero no realiza observaciones estratigráficas de detalle. Los primeros intentos de revisiones detalladas de los afloramientos de Luján serán las de Mignone (1941a y b) y Bonaparte (1957, 1958) (Fig. 5). Hacia los años 1970's Francisco Fidalgo retomó en otras aéreas, el estudio del “Lujanense” y “Platense”, y de Luján dirá que las modificaciones de las barrancas del río impedían ver los afloramientos históricos. Otros investigadores en su ma-

oría pertenecientes a instituciones de La Plata, siguiendo los pasos de Frenguelli, retoman puntualmente estos estudios (*e.g.* Dangavs y Blasi 1995) y una primera revisión profunda, con análisis palinológicos, sedimentológicos y dataciones C¹⁴, solamente de la sección holocena, es realizada por Prieto *et al.* (2004). Las primeras dataciones de la sección inferior, pleistocena, o “Lujanense” y una discusión crítica de la nomenclatura estratigráfica e implicancias geoarqueológicas son realizadas por Toledo (2005).

En el presente trabajo se comunican los resultados de la revisión estratigráfica de la sección tipo del “Lujanense” y se actualizan las contribuciones anteriores (Toledo, 2005, 2006, 2008a, b y c; 2009a, y b; 2010a, b, y c).

El “Lujanense” de Ameghino. Paso de Azpeitia y Paso de La Virgen, Luján 1876-1889

Muñiz (1847) reconoció los principales elementos estratigráficos (Fig. 3): el sustrato pampeano que llamará “*greda*” o “*depósito cretáceo*”, los “terreno fosilíferos” (*creta ferruginosa* y *creta flavencens*), sus dos niveles conglomerádicos basales y la “creta blanca” (“Platense”). Cita incluso una “greda verde” inmediatamente por debajo de la “creta blanca” o a mayor profundidad, haciendo referencia sin duda a los depósitos verdosos del Lujanense verde superior e inferior. Zeballos y Reid (1876) comisionados por la Sociedad Científica Argentina y creyendo erróneamente estar en cercanías del Arroyo Frías, los denominan “tierra parda”, “tierra parda amarillosa” y “tierra con infusorios” en las cercanías de la confluencia del arroyo del Haras, antiguo Marcos Díaz, y el río Luján. Ameghino describe los depósitos de la Villa de Luján en sucesivos trabajos entre 1875 (Paso de Azpeitia) y 1884 (Paso de la Virgen), y en una carta que enviara a Eguía en enero de 1875 (Ameghino 1879, 1881a, 1884, 1889; Torcelli 1915; Outes 1905) (Fig. 2). Actualmente, sólo un relicto de la sección tipo original puede ser observado en la margen izquierda, entre las ruinas del molino Bancalari y el

Puente de las Tropas (34°34'25,37"S 59°7'40,35"O) para la sección holocena, y frente a la antigua quinta de Azpeitia (34°33'3,88"S 59°7'1,97"O) para la sección pleistocena (Figs. 1 y 4). Ameghino acuña el nombre de “Piso Lujanense” en su contribución de 1889 a partir de los trabajos de su juventud y del perfilado de detalle que hiciera con los fondos de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba en enero de 1884. Estos trabajos los realizó en la barranca izquierda del río Luján donde existía el vado o paso de la Virgen. El sitio corresponde hoy aproximadamente al tramo entre la calle Ituzaingó donde estaba el puente que señala Ameghino y el actual puente de la Avenida Dr. Muñiz. Con el análisis de documentos históricos hemos podido determinar la posición original de las barrancas, mientras que las ruinas del molino Bancalari y de su tajamar existen todavía a escasos metros agua arriba por la margen derecha del dicho puente. Ameghino nos dejó cuatro dibujos de perfiles en los que podemos trazar la evolución del su conocimiento de la estratigrafía de su “pampeano lacustre” y por otro lado correlacionarlos con los afloramientos actuales (Figs. 2 y 3). El primero realizado a pluma y de propio puño fue adjuntado al informe que elevara a la Sociedad Científica Argentina en 1876 y publicado tardíamente en sus obras completas, ya que había sido archivado sin más, por esta institución (Ameghino 1881) (Fig. 2). El segundo y tercer dibujo forman parte de las ilustraciones de su “Antigüedad del Hombre en el Plata” (Fig. 3). Consisten en una sección columnar incluida en su lámina XVII levantada frente a la quinta de Azpeitia y un perfilado a lo largo de 75 metros de barranca, relevado en la margen izquierda, en el paso de la Virgen (Figs. 3 y 4a). En este último vemos la preocupación por definir la geometría de las capas y diferenciar las facies internas, pero la definición de discontinuidades es imprecisa sobretudo en su capa 3 donde conglomerados basales aparecen flotando en medio de sedimentos. Los tres perfiles presentan los mismos elementos geológi-

cos y sin duda resumen el conocimiento acumulado en las exploraciones realizadas en la década de 1870 hasta su partida en 1878. Estratigráficamente diferencia dentro del relleno de valles, el “pampeano lacustre” con fauna extinta, del “postpampeano lacustre” con fauna “indígena”, los que llamará pisos “Lujanense” y “Platense”, respectivamente en 1889 (Figs. 3 y 6).

El cuarto perfil lo realizó luego de su viaje a Europa, en las excavaciones mencionadas de 1884. La influencia de su experiencia de campo en la Somme es evidente en este último dibujado al estilo “Chelles” (Fig. 4b). Efectivamente, en el mismo sitio del corte publicado en 1881, en paso de la Virgen, hace perfilar en enero de 1884, con el apoyo de varios obreros, un frente de 145 metros entre el puente de la calle Ituzaingó y el molino. La sección representa un corte de toda la barranca haciendo hincapié en los detalles sedimentológicos, discontinuidades y geometría de los cuerpos. Corrige las imprecisiones de 1881, reenumera las capas, reconoce nuevas por debajo del “Lujanense” y pone en evidencia las erosiones fluviales intrabonaerenses, y las de la base de los depósitos “Lujanense”, “Platenses” y “Aimarenses”. Todos los niveles descritos por Ameghino se identificaron en la misma área (Perfil del Paradero II o La Loma-Azpeitia y Puente de las Tropas) a excepción de las capas número 11 y 12 de su corte de 1884 por encontrarse generalmente cubiertas por el agua, pero que si se reconocieron en la localidad vecina de Villa Flandria y que corresponden al OIS 4 (Toledo 2010b). Se perfiló la barranca en el sitio correspondiente a su “Paradero II”, hoy barrio La Loma, frente a la antigua quinta Azpeitia (Fig. 1), dada su importancia histórica y por presentarse todavía en condiciones de afloramiento natural no modificado aunque densamente cubierto por vegetación (Fig. 2). Las capas observadas son equivalentes a las descritas por Ameghino, sin bien las caracterizaciones litológicas y estratigráficas varían en los primeros trabajos de este autor (Figs. 3 y 6). Así, recién en 1884, deno-

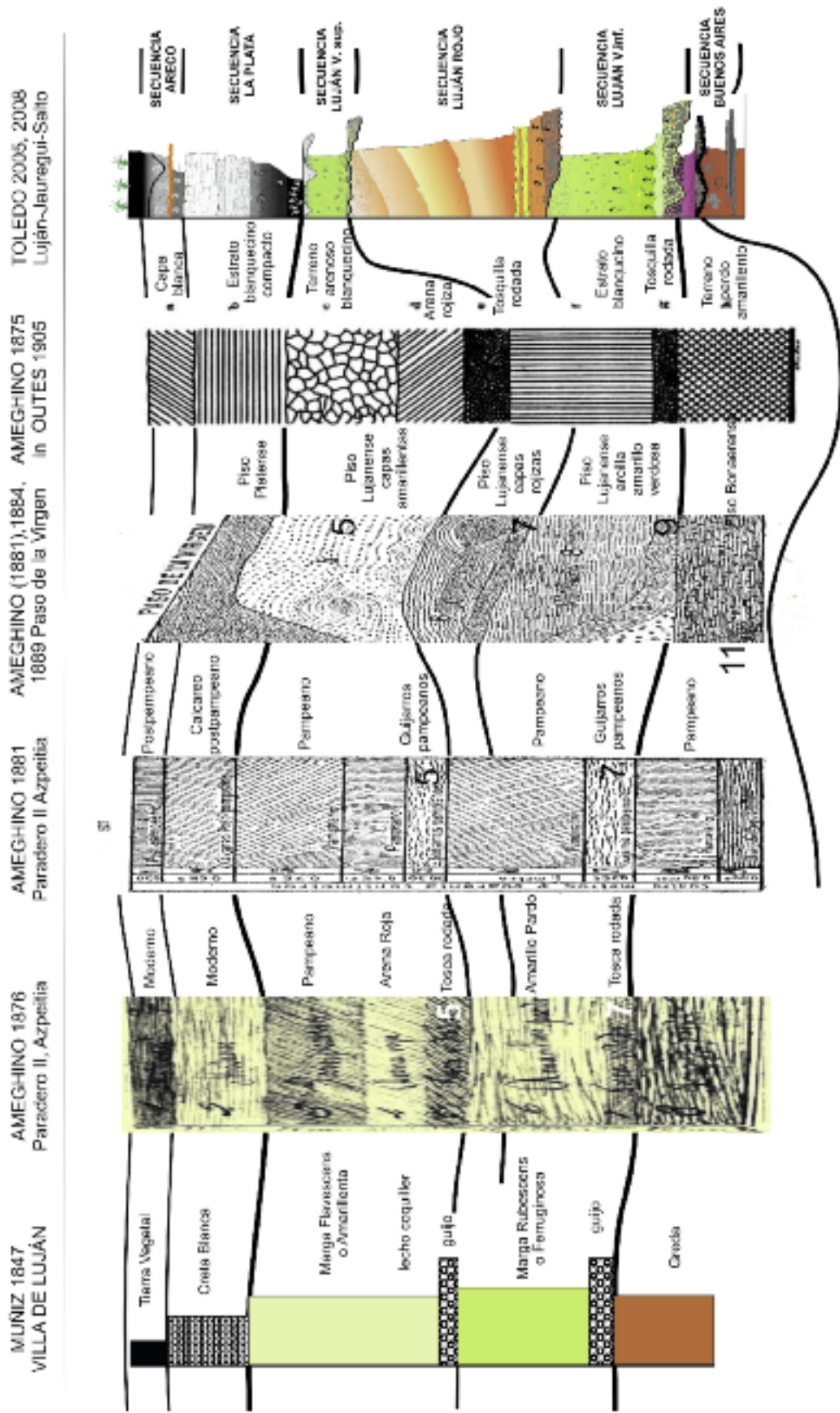


Figura 3: Correlación de los horizontes definidos por Muñiz (1847) y Ameghino en el paso de Azpeitia y paso de la Virgen (1876, 1881, 1884 y 1889); comparados con la sección tipo propuesta (Toledo 2005, 2009b).

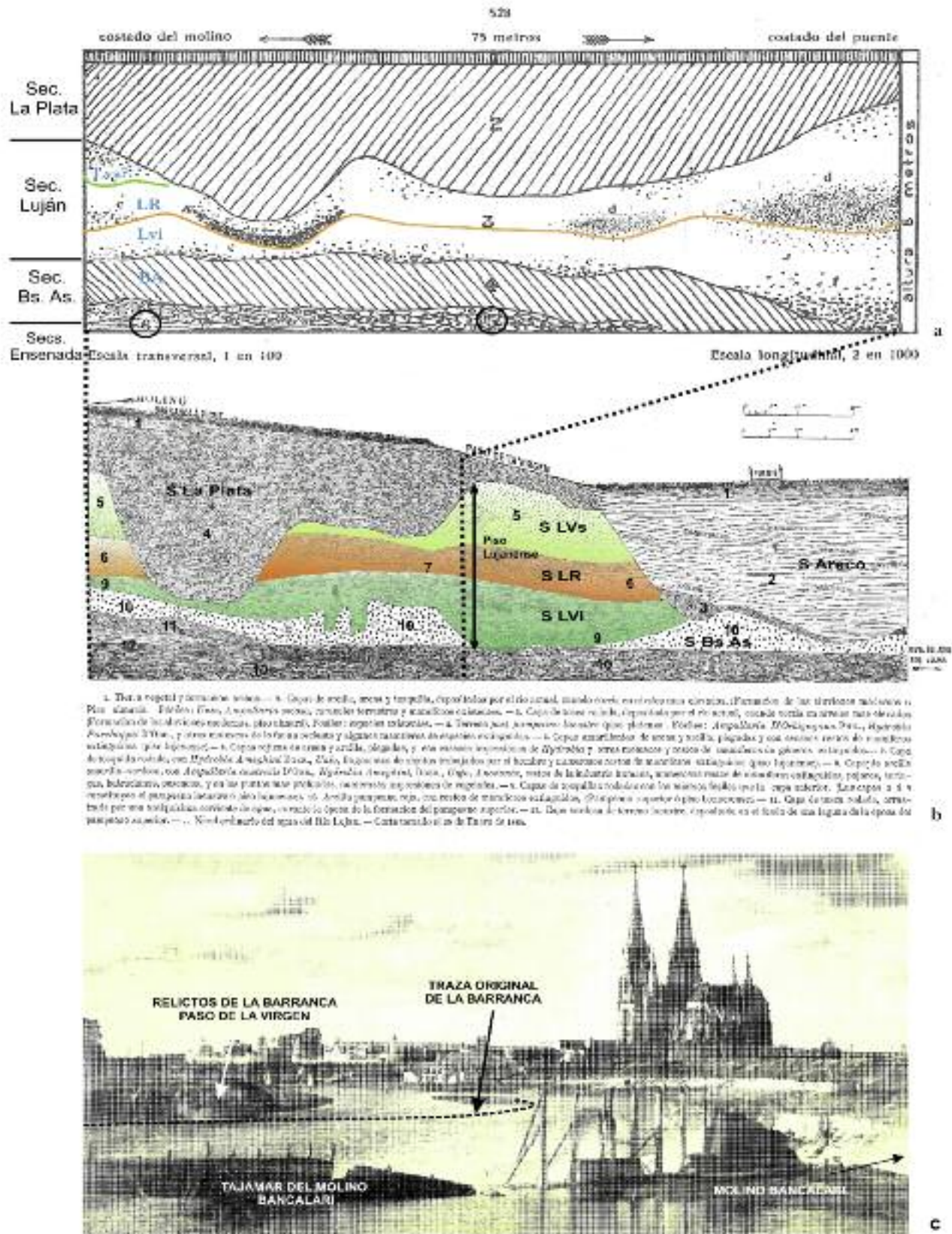


Figura 4: Comparación entre los cortes de Ameghino del paso de la Virgen de 1881(a) y 1884, 1889 (b). c) Posición respecto al lecho actual del río Luján (línea punteada) de la sección del paso de la Virgen, hoy desaparecida. Vista de la represa del Molino, desde la margen izquierda hacia 1930's. Se puede observar un relicto de la barranca donde Ameghino realizara los perfilados de paso de la Virgen.

minará como “capas de arcillas verdosas” a parte del Lujanense, depósitos que había descrito antes como “blanquicosos” (color dominante en seco).

Las investigaciones en el siglo XX

Rovereto explora el área hacia 1914 y es acompañado por Carlos Ameghino con quien recorre el área entre Luján y el Molino de Jáuregui. El corte que publica posteriormente no responde en absoluto a lo que se observa en el área ni a lo descrito anteriormente por Ameghino. Sin duda confunde el “Lujanense rojo” (Secuencia LR) con el “Bonaerense” y por lo tanto atribuye al “Lujanense verde inferior” (Secuencia LVi) a un Ensenadense lacustre. Al no comprender bien la estratigrafía y seguramente fruto de una rápida excursión se ve forzado a dibujar un extraño cambio de facies a mitad de camino entre Luján y Jáuregui. De ello concluye que el “Lujanense”, cercano a Luján, es una facies lateral del “Bonaerense”:

“Inoltre Fiorentino Ameghino ritenne del Lujanense tutti i sedimenti lacustri, aventi la stessa facies, regolarmente ricoperti dal bonaerense, che si trovano lungo il Río Luján sino presso al molino Jauregui; ma la verità è, che rimontando il Río Luján, dopo un tratto di circa quattro o cinque chilometri, al lacustre bonaerense succede il lacustre ensenadense, di cui ora sarà detto (sez. 8^a). Da tutto ciò se ne conclude che il Lujanense è una sostituzione laterale del loess del periodo bonaerense, e quindi una facies lacustre di questo, e non mi piano cronologicamente distinto: per cui, solo si può continuare ad usarlo come una designazione di facies, pero se ne debe limitare il riferimento, ossia considerarlo basato sui sedimenti lacustri dei pressi di Luján e non su quelli di Jauregui” (Rovereto 1914: 81).

Estas correlaciones erróneas inducirán a su vez a otros errores a autores como Frenguelli (1920), que con criterios parecidos, llamara “prebonaerense” al “Lujanense” de Ameghino en el valle del río Salado, cerca de Esperanza, provincia de Santa Fe. Frenguelli estudió el conjunto de rellenos de valles, el “Lujanense” y “Platense”, repetidas veces a lo largo de su extensa carrera científica. A pesar de la im-

portante producción realizada en su afán de reestructurar el modelo estratigráfico ameghiniano y forzar modelos climato-estratigráficos (e.g. pluvial-epipluvial), al final de su vida académica terminó reconociendo la validez de las observaciones de Ameghino, sin nuevos aportes fundamentales, aparte de las descripciones litológicas más detalladas y la caracterización del contenido en diatomeas de ambas unidades. Frenguelli otorgaba mucha importancia al cambio climático como modelador principal del paisaje y dejó como herencia algunos conceptos paradigmáticos como el que consideraban que la formación de discontinuidades erosivas pampeanas se debía a la simple implantación de un clima lluvioso, concepto que perdura aún hoy cohabitando con otros como el del cambio de nivel de base. La tendencia a explicar conglomerados basales y las erosiones asociadas por un simple cambio climático retardó así el análisis estratigráfico secuencial regional. En 1919, explorando los alrededores de Miramar en la costa atlántica, reconoció arcillas verdosas debajo de facies rojizas en valles que interpreta como “Bonaerense”. Como será explicado más adelante, en el “Lujanense” se intercalan sedimentos loessoides rojizos del OIS2, que en algunos puntos muestran considerable espesor y aspecto masivo por lo que fueron sistemáticamente confundidos con el “bonaerense” o “pampeano”. Las observaciones de Miramar parecen confirmarle su hipótesis del “Lujanense” como “Prebonaerense”:

“Si atribuimos estas lentes arcillosas, de facies lacustre, o mejor dicho palustre, al Lujanense de Ameghino, encontraríamos en esta localidad [Miramar] suficientes pruebas para considerar el Lujanense de edad anterior y no posterior a la del bonaerense, como hasta ahora se ha considerado. Nos vemos, por lo tanto, obligados a volver a discutir la posición estratigráfica del Lujanense que ya esbozamos en nuestro breve estudio sobre el pampeano de Esperanza (Santa Fe).” (Frenguelli 1920a: 385).

Ello asestaría un rudo golpe al esquema Ameghiniano y por lo tanto pondría en dudas toda su definición de pisos. Para

confirmar su hipótesis realiza en el mismo año un viaje a Luján para aclarar sus dudas y con sorpresa constata que el Lujanense se presenta allí diferente a lo visto en otros puntos. Esperaba encontrar capas verdosas intercaladas con loess. Observó solo los cortes en las inmediaciones de la ciudad misma (Frenguelli 1920a), pero si hubiera inspeccionado los alrededores de Jáuregui, hubiera encontrado lo que buscaba, loess del OIS 2 sobre facies verdosas, que ya habían llevado a error a Rovereto (1914). Sin embargo este viaje permite realizar nuevas observaciones acertadas sobre la sedimentología del “Lujanense”. Al observar estratificación entrecruzada y fangolitas con clastos deduce que el origen es fundamentalmente fluvial y no lacustre como generalizaba Ameghino cincuenta años antes. Otra observación importante es el reconocimiento de conglomerados en la base del “Platense” en el corte del Tiro Federal de Luján. Sin embargo incluye a todo el “Lujanense” en un solo ciclo “aluvional”, concepto que persistirá, parcialmente, aún en la actualidad (e.g. Dangavs y Blasi 1995, Blasi *et al.* 2007). Paradójicamente Frenguelli (1920a) continuó afirmando el carácter de facies local del “Lujanense” aún cuando declara no haber nunca visto el “Lujanense” interdigitándose con el “Bonaerense”. Este autor fue a Luján buscando una confirmación de su modelo preconcebido, no la encontró en el terreno y sorprendentemente concluye:

“Por lo que llevamos dicho resulta claramente que el Lujanense, cuyo significado viene a ser reducido al de una simple facies local, equivale estratigráficamente al horizonte que, en las demás regiones hemos indicado con la denominación de prebonaerense” (Frenguelli 1920a: 390).

Más tarde en 1928 tornará más confusa la estratigrafía del “Lujanense” al creer ver como “íntimamente” ligados los términos verdosos superiores del Lujanense y los depósitos marinos “querandineses” representantes de la ingresión del holoceno medio. Eso lo conduce a incluir el “Lujanense” en el “Postpampeano” junto al “Platense”, del cual Ameghino lo excluía claramente. Frenguelli había llega-

do al extremo de proponer la supresión del término “Lujanense” mismo, víctima de la misma confusión de Buckhardt y Rovereto, al considerar que Ameghino llamaba así a capas verdes de “distinta edad” y, envuelto en su propia confusión, declara que es Ameghino quien no tenía en claro el significado de dicho horizonte. La eliminación de una denominación no implica por sí misma la desaparición de las confusiones asociadas, pero suprimir el término “Lujanense” se considera aún hoy parte de la solución (e.g. Blasi *et al.* 2009b). El siguiente pasaje ilustra claramente porqué para Frenguelli el término Lujanense ya no tenía razón de ser: si la capa verde inferior era prebonaerense y la superior pertenecía al querandinense, ¿A qué capa entonces, se debe denominar Lujanense?:

“[...]Ameghino reunió en un mismo horizonte todos los limos verdosos allí [Luján] existentes. En cambio, estos corresponden a **dos niveles diferentes** aunque a menudo, directamente superpuestos y aparentemente consecutivos: **uno inferior**, sin *Littoridina ameghinoi* Doer., prebonaerense; **otro superior**, con *L. Ameghinoi* y otro **mo-luscos fluviales**, postbonaerense. **Este segundo nivel sobre el cual se ha sostenido una edad post bonaerense del Lujanense de Ameghino, había sido interpretado por mí como facies fluvial del querandinense** de Doering, con el cual se halla, en realidad, íntimamente vinculado” (Frenguelli 1928: 21).

Esta cita es muy importante porque no solo deja en claro la existencia ya reconocida de dos capas verdosas (aquí LVi y LVs) sino también evidencia la incompreensión que de la sección tipo del Lujanense tenía Frenguelli, mientras que erróneamente sienta las bases para desvincular ambas secciones verdosas y asimilar la superior con el Holoceno. En la misma obra, más adelante, Frenguelli remarca estos conceptos:

“...En este caso **el Lujanense en realidad representa un horizonte postbonaerense**, pero entonces, por lo que se refiere a las barrancas del río Luján, este concepto se puede aplicar exclusivamente a los sedimentos verdosos que contienen *Littoridina Ameghinoi* Doer. Y no a los **subyacentes, también verdosos** que no contienen res-

tos de moluscos de aguas dulces” (Frenguelli 1928: 95).

La sección verde inferior (Secuencia LVi) no solo queda entonces erróneamente como “prebonaerense” en su sección tipo sino que también dejará de ser tenida en cuenta como parte del “Lujanense”, o será llamada “Belgranense lacustre”. En otras palabras de ahora en más se llamará “Lujanense” solo a la capa verde superior (Secuencia LVs) que se encuentra, en general, inmediatamente debajo el “Platense” o el “Querandinense”, a la que Fidalgo (1973b) llamará más tarde Miembro Guerrero de la Formación Luján. Recientemente revisamos estas divergencias, reivindicando en parte el esquema ameghiniano para la sección tipo (Toledo 2005). En síntesis, la gran mayoría de las confusiones actuales y pasadas proviene de atribuir a facies rojizas “lujanenses” al “Bonaerense”, aquí atribuidas a la Secuencia Luján Rojo del OIS 2.

En 1936 Frenguelli resume su visión de los depósitos “lujanenses”:

“[el Lujanense] es el exponente de un nuevo periodo de lluvias intensas y prolongadas, durante el cual se excavan cuencas y cauces profundos y luego se rellenan de espesos depósitos fluviales, fluvio-lacustres y palustres. [...] recién al final de su sedimentación, el carácter de sus materiales acusa un progresivo desecamiento del clima, acompañado por una leve intensificación en la velocidad del descenso del suelo en las pampas, determinando en la costa del mar limitados desplazamientos transgresivos de la línea de ribera e incrementos estuáricos, **cuyos sedimentos llevan el nombre de Querandinense**” (Frenguelli 1936: 109).

En este pasaje encontramos otro concepto sobre el Lujanense que durante mucho tiempo contribuyó a que el conocimiento de estos depósitos no avanzara y aún retrocediera: Un simple aumento de lluvias explicaría el origen de bases erosivas y secuencias granodecrecientes; y la ingresión marina “querandinense”, como ya vimos, pertenecería a la misma secuencia que el “Lujanense”. Al intervalo verdoso inferior, que llamaba infrabonaerense o prebonaerense, a el belgranense eólico y al prebelgranense ya no los cita y los con-

sidera “geológicamente fugaces” (Frenguelli 1936: 108). Al ser la geología lujanense de Ameghino ya no leída en medios académicos centrales, o lo poco con prejuicios, los trabajos de Frenguelli devienen la referencia respetada y digna de ser citada y así, sus inexactitudes se pagarán a través de sus discípulos hasta la actualidad. En 1957 resume la geología del Neozoico de Argentina y, como ya lo había planteado en trabajos anteriores (Frenguelli 1936: 119), hace coincidir el comienzo de cada ciclo, como el Lujanense, con una fase tectónica de levantamiento y una fase húmeda o pluvial. Los colores verdosos los asimila a climas más fríos y los castaños y rojizos a más cálidos. Sus ciclos comienzan así con climas fríos, húmedos y reactivación tectónica y terminan con cálidos y secos (loess), facies que hoy sabemos tienen una significación opuesta en términos de temperatura. Frenguelli ha contribuido así sustancialmente a la confusión de la estratigrafía pampeana no solo por sus reinterpretaciones incorrectas, sobre las que él mismo dará marcha atrás, sino también por haber sido muy respetado académicamente, a pesar de ser un medico autodidacta en geología, y posiblemente percibido como una oportunidad renovadora al omnipresente Ameghino. Esta oportunidad era bienvenida ya que se necesitaba esclarecer la “confusa” estratigrafía pampeana y por otro lado la comunidad geológica y arqueológica necesitaban de un nuevo referente que hiciera olvidar o al menos permitiera evitar lo “ameghiniano”. Pero no los liberará del legado más controvertido y erróneo: la presencia del hombre en capas de gran antigüedad geológica como el “Chapalmalense”, dado que Frenguelli aceptó estos hallazgos y su cronología (Frenguelli 1936: 134). Su modelo estratigráfico aportará más confusiones que soluciones, dejando el sinsabor que el esquema ameghiniano resistía aún el embate de toda una vida científica como la de Frenguelli entre 1918 y 1957. Luego de las visitas de Rovereto (1914) y Frenguelli, en 1919, no se registran estudios estratigráficos publicados para el área

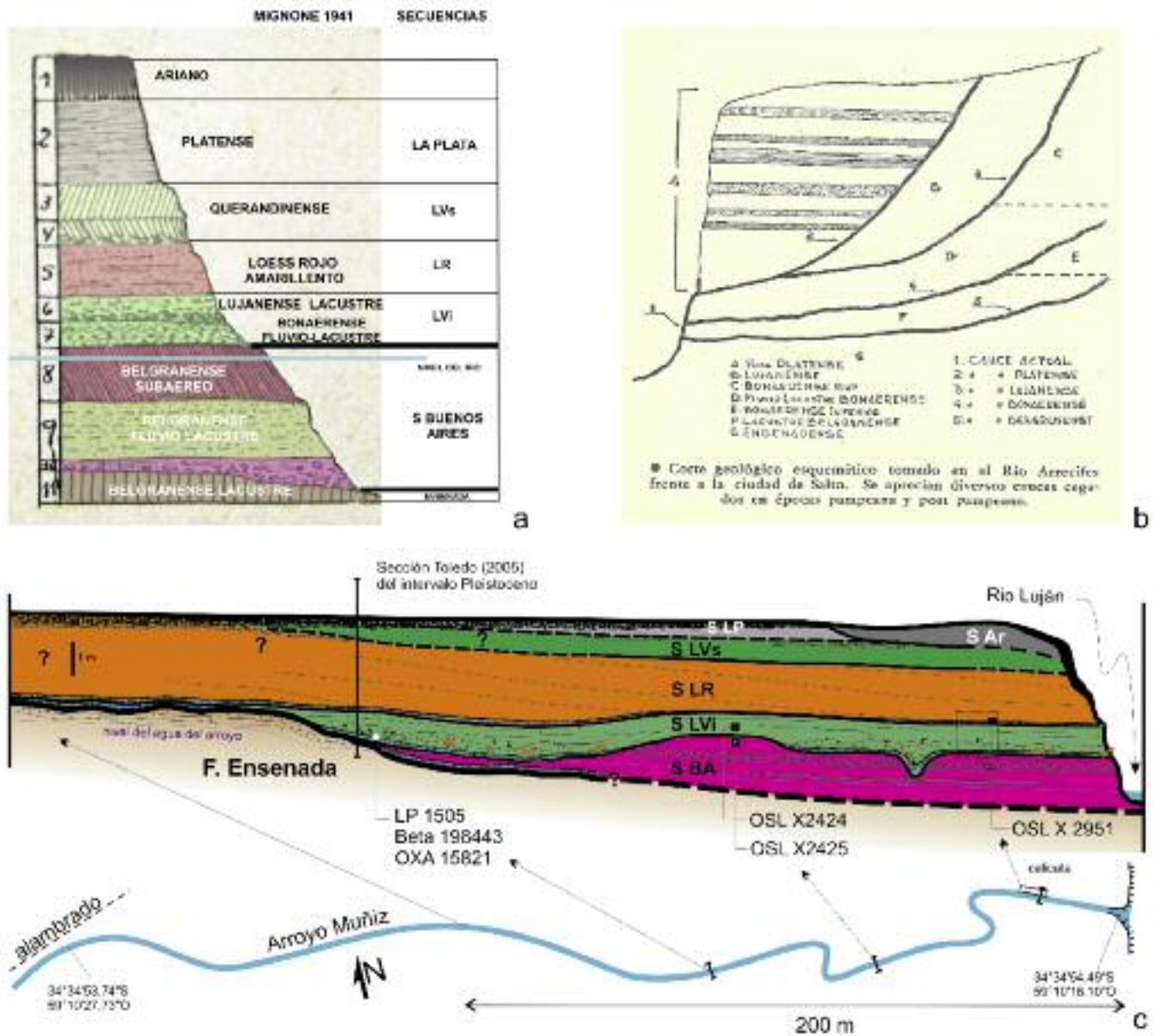


Figura 5: a) Sección del "Paradero 2" de Mignone (1941b) situado entre Luján y el arroyo Marcos Díaz, donde se observa que este autor había identificado todas las capas del OIS 4 al OIS 1 y señala restos óseos con fractura helicoidal en su capa 7; b) Terrazas "encajadas" en el río Salto según Bonaparte, 1957; c) perfil del arroyo Muñiz, Jáuregui.

de Luján, a excepción de los que aquí denominamos neoameghinistas (Toledo 2009b).

Recién en 1995 Dangavs y Blasi realizan una revisión preliminar de la localidad clásica de Azpeitia, que denominan Paso de Corro (margen derecha, frente al perfil La Loma de este trabajo, Fig. 2, 11). Para la sección pleistocena reconocen dos unidades granodecipientes que llaman U1 y U2. La U1 corresponde a la Secuen-

cia Luján Verde inferior y Luján Rojo, y la U2 corresponde a la Secuencia Luján Verde superior (Fig. 6). Ameghino (1876, 1881) realizó su corte en la margen izquierda donde si se encuentra el conglomerado basal de la Secuencia Luján Verde superior, ausente según se desprende de las descripciones de estos autores, en la margen derecha. No comparan con los cortes de Ameghino y transportan el modelo del Lujanense de la cuenca del Sa-

lado de Fidalgo (1973a y b) lo que lleva a no diferenciar el "Lujanense verde inferior" o capas 8 y 9, de las capas 6 y 7 de Ameghino (1884, 1889), y asignarlas todas al Miembro Guerrero basal o castaño. La incisión actual es interpretada como de origen puramente climático, siguiendo la propuesta de Frenguelli. Es así como pasan desapercibidas las capas verdosas inferiores y se desnaturaliza la sección tipo del "Lujanense" forzando el mo-

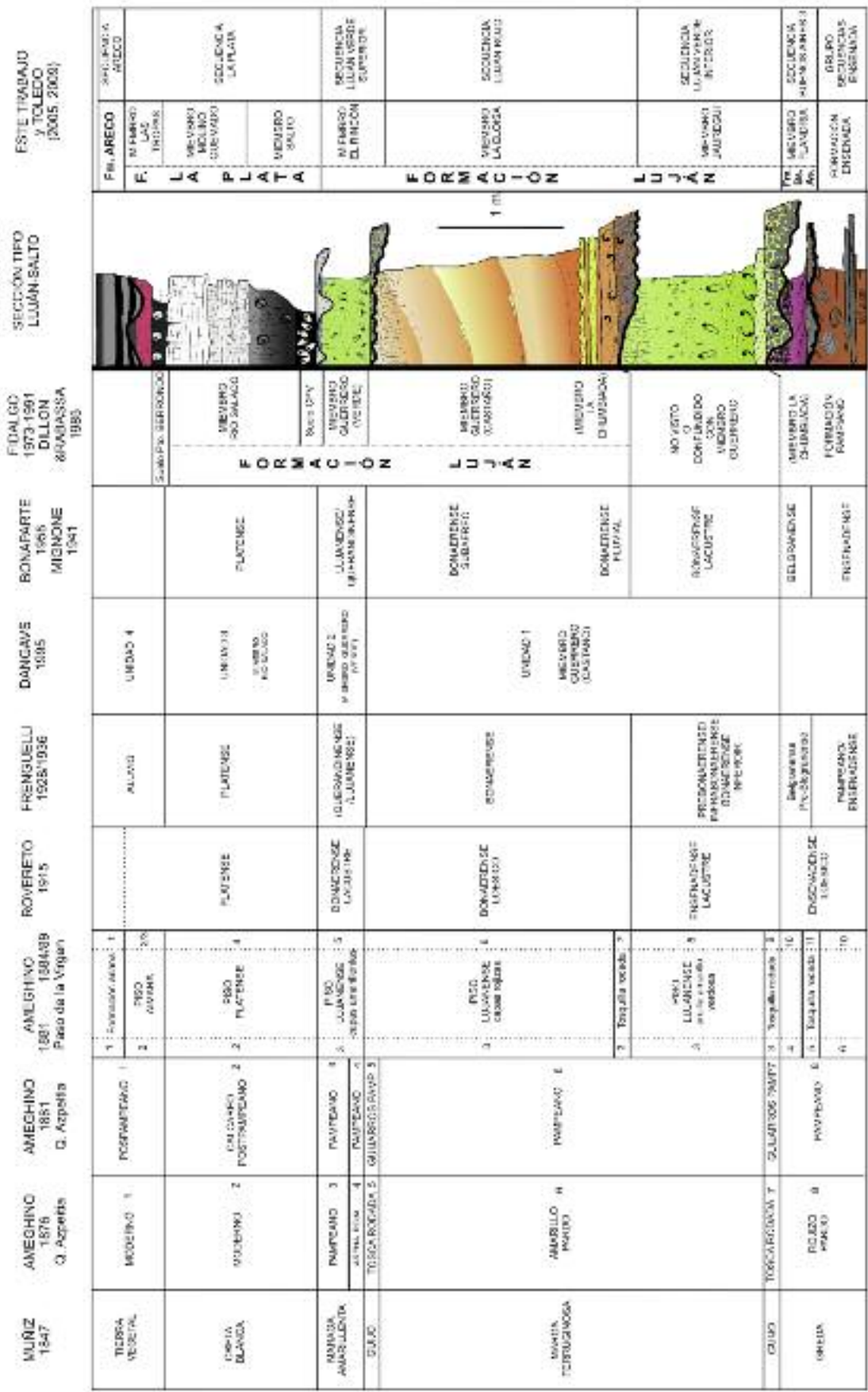


Figura 6: Cuadro estratigráfico comparativo entre los autores citados en el texto y la columna tipo aquí propuesta.

delo, incompleto, desarrollado en el valle del Salado por Fidalgo (véase discusión en Toledo 2005, 2009b). Es de destacar que en esta área no se observa el conglomerado basal de la Secuencia Luján Rojo y los limos rojos masivos de esta secuencia apoyan en contacto erosivo neto sobre arenas de la secuencia Luján Verde inferior.

Rosello *et al.* (1999, 2001) defienden una edad de 4.300 C¹⁴ AP para fragmentos de una coraza de *Glyptodon* extraída en Mercedes. Dicho fragmento de coraza se encontraba en los sedimentos verdosos de la LVs. pero, según se observó al visitar el sitio, el mismo había sido expuesto en parte y sepultado posteriormente por fangolitas negras palustres finiholocenas a históricas, contaminando muy probablemente la materia orgánica analizada. La posible edad holocena tardía para el típico “Lujanense verde” sumó un obstáculo mas esclarecimiento de su estratigrafía. Por otro lado, ni los autores ni sus críticos (Cione *et al.* 2001) analizaron la estratigrafía en detalle lo que hubiera puesto en evidencia la incoherencia de una única datación más allá del protocolo de análisis seguido. Prieto *et al.* (2004) presentaron las primeras dataciones de la base de los sedimentos platenses en la localidad de Luján, determinando así el techo de los sedimentos “Lujanenses” en >11 ka C¹⁴ AP, y caracterizaron en detalle las condiciones ambientales de los cuerpos de agua y pantanos platenses. Isla (2002) realizó una síntesis bibliográfica de la presencia de los depósitos lujanenses en la llanura Chaco-pampeana, y concluye que poseen un edad entre 30 y 10 ka con límite inferior impreciso. Dangavs y Blasi (2003) proponen cambiar el nombre Miembro Guerrero por Lobos, unidad que anteriormente (Dangavs y Blasi 1992) habían definido solo a partir de testigos de barreno en la laguna de Lobos, como holocena y en conexión con influencia mareal de la ingresión querandínense o del Holoceno medio, interpretación que a su vez requiere de movimientos neotectónicos superiores a los 15 metros en los últimos 5 ka. Este último trabajo es inte-

resante desde el punto de vista del análisis de las continuas confusiones estratigráficas ya que no sólo se propone la eliminación de un nombre, Miembro Guerrero, que para la cuenca del Salado e Interserrana era de uso común, sino también que aquí se introduce el concepto erróneo de la existencia de solo un “Lujanense rojo inferior” y un “Lujanense verde superior” según Ameghino (1884, 1889). Este autor señaló sin embargo también capas verdosas (capa 8), como lo corrobora Frenguelli, debajo de “capas rojizas” (capas 6 y 7). Zárata (2005) realizó una síntesis del Cenozoico continental de la provincia de Buenos Aires e incluyó los depósitos lujanenses en su “Intervalo Pleistoceno Tardío-Holoceno” con la base en 40 ka y el techo en 3.000 años. Nuevamente la sección tipo no es tenida en cuenta y se interpreta erróneamente a Ameghino ya que incluye el “Piso Lujanense” (Ameghino 1889) en el “postpampeano” y considera la edad de la base del “Lujanense” entre 30 y 40 ka, período en el que supone se habrían cavado los valles pampeanos, cuyo origen es en realidad muchos más antiguo (Toledo 2008a). Cione y Tonni (1999, 2005) atribuyen los depósitos Lujanenses en la Biozona de *Equus (Amerhippus) neogaens* que comienza en el OIS 5, incluyendo así también en esta biozona la Formación Buenos Aires. Fucks y Deschamps (2008) presentan una compilación bibliográfica de los depósitos cuaternarios del noroeste bonaerense. No diferencian ni formaciones litoestratigráficas ni unidades separadas por discontinuidades en interfluvios, incluyendo todos los sedimentos pampeanos bajo la denominación simplista de Formación Pampeano *sensu* Bonorino (1965). A pesar de las notables diferencias entre las Formaciones Ensenada y Buenos Aires y el hiato singular que las separa, las consideran ambas como una sola unidad y se minimiza la importancia del edafocomplejo cálcico (*sensu* Hanneman y Wideman 2006), que se encuentra entre ambas unidades. Se retrotrae así la descripción del pampeano a la época de D’Orbigny y Darwin. Para los sedimentos “lujanen-

ses” Fucks y Deschamps (2008) no analizan la sección tipo, incluyen a todos los sedimentos en el Miembro Guerrero y no consideran las dataciones disponibles para dicha sección. Como hicieran Dangavs y Blasi (1995), aplican sin más el modelo incompleto generado en la cuenca del Salado y la zona interserrana. Blasi *et al.* (2007) basados en Toledo (2005) describen en la cuenca del Luján medio una sucesión no discordante entre 45 y 18 ka que definen como depositada en cubetas de deflación por tormentas de polvo y finalmente colmatadas por depósitos de pantanos alcalinos. Según edades ISRL en feldespatos, obtenidas posteriormente (Blasi *et al.* 2009a), estos sedimentos se corresponderían con las Secuencias Bs. As., LVI, LR, confirmando las edades OSL en cuarzo y AMS obtenidas previamente (Scheweninger 2005, 2009; Toledo 2005, 2008a, c; 2009b). Blasi *et al.* (2007) habían propuesto el análisis de facies, sin considerar discontinuidades, como solución metodológica a las confusiones estratigráficas, análisis que solo es un primer paso, básico, en la estratigrafía secuencial. Más tarde, Blasi *et al.* (2009) adoptan las proposiciones ya planteadas por Toledo en 2005, comprenden la importancia de las discontinuidades y las incluyen en su análisis sin fundamentar la base teórica ni su aplicación en valles pampeanos (*e.g.* estratigrafía secuencial, aloestratigrafía, unidades genéticas, etc.). La referencia sucinta a los “ciclos” de Zárata (2005) o de “reactivación del paisaje” no sufre tal requisito ya que tampoco allí se especifican órdenes y origen de secuencias y en particular la edad de la base del último ciclo de este autor no se corresponde con lo observado en el campo en el noreste pampeano (Toledo 2009b: 393). Estos “ciclos” corresponderían a clásicas unidades tectono-sedimentarias. El análisis histórico es enumerativo y no permite reconstruir la verdadera causalidad de la problemática de la nomenclatura y cae en tautologías al ubicar nuevas dataciones (Blasi *et al.* 2009b: 386) respecto a los números o nombres de capas definidas por Ameghino, Doering o Rovereto, nomenclatu-

ras que recomiendan abandonar. Incorporan nuevas confusiones al amalgamar principios de estratigrafía secuencial a sólo cambios eustáticos, crítica clásica, pero ya superada, en el proceso de adaptación de esta técnica, consolidada primero en la industria, por los medios académicos en los años 80 y 90. Dichos análisis, más allá de un ejercicio académico retrospectivo, y pretendido terminativo, incorporan aún más confusiones al no hacerse una vez consolidado un modelo regional, y con su columna estratigráfica dibujada, al cual adscribir sin ambigüedades las diferentes denominaciones y nuevas dataciones. A dicho ordenamiento se arriba luego del análisis de facies, análisis del patrón de apilamiento y evolución de la acomodación, análisis de discontinuidades, datación de las mismas y correlación regional (*e.g.* estratigrafía secuencial) procedimiento aplicado y propuesto preliminarmente para los valles pampeanos por Toledo (2005) y actualizado en este trabajo. Entre las normas para futuros trabajos en su mayoría tomadas de este último autor, Blasi *et al.* (2009b) omiten la práctica insustituible, de acompañar las descripciones y posiciones de muestreo con perfiles dibujados. Estos autores atribuyen la mayoría de las confusiones a la aplicación de sucesivos conceptos geológicos a través del tiempo, sin embargo no se destaca que la causa principal de las mismas fue la reformulación estratigráfica fuera del área tipo y sin referencia a ella, violando los principios de prioridad espacial y de autor (*e.g.* Fidalgo 1973a y b *vs.* Ameghino 1881, 1884, 1889). Igualmente no se menciona la fuerte influencia de Frenguelli en sus discípulos, particularmente en la causa climática, de quien también sistemáticamente se omite citar que luego de examinar las barrancas del Quequén Salado reconoció explícitamente lo acertado de las divisiones del Lujanense de Ameghino, reintrodujo el término “Lujanense” y se contentó con declarar que, al menos, su aporte fue dejarlas “mejor definidas” (Frenguelli 1928: 21). El otro factor fundamental de confusiones, no analizado por estos autores, es la asimilación

del “Lujanense rojo” al Bonaerense, arrastrando los términos verdosos inferiores del Lujanense (Secuencia Luján verde inferior) al Belgranense o Prebonaerense (Toledo 2009b).

Finalmente consideramos que no es necesario descartar el uso, al menos a fines comunicacionales, de los términos a desinencia “ense” de Ameghino (1889, 1906, 1908), si bien informales, son componentes indisolubles del patrimonio epistemológico pampeano, mientras se tenga en cuenta sus facies, discontinuidades y edades absolutas. Asimismo las coloraciones respetan, en la mayoría de los casos, un patrón estratigráfico constatable en toda la región pampeana resultante de la impronta climática de la dupla estadal-interstadial y no de eventos diagenéticos aleatorios inter e intra-secuenciales.

Amateurs y “neoameghinistas”

En su localidad tipo el “Lujanense” no registra trabajos académicos de envergadura desde la última visita de Frenguelli. Sin embargo, la actividad paleontológica y geológica es intensa por grupos de aficionados y autodidactas locales de Mercedes, Luján y Areco para quienes la referencia indiscutida es la obra ameghiniana. Sin acceso ni reconocimiento en los medios de divulgación académicos, medios que los consideraban como simples proveedores de material o guías de campo, publican sus interesantes observaciones en diarios locales o fascículos editados por ellos mismos. La dinámica de investigación es similar a la que Ameghino practicaba en su juventud junto a sus hermanos casi un siglo antes y por ello los llamamos los “neoameghinistas” (1935-1985) (Toledo 2009b). Esta dinámica se caracterizaba por intenso trabajo de campo, lectura de literatura geológico-paleontológica saltuaria, oportunista, transmitida de mano en mano, y publicación de resultados en medios paralelos a los canales de divulgación oficiales o académicos. La admiración por la obra de Ameghino es el común denominador y la misión de seguir sus pasos, o al menos emularlo, el móvil aglutinador y factor de supervivencia de

estos grupos. Quizás el exponente más característico de este grupo fue José Mignone (1941a y b) quien desde fines de los años 1930's hasta el fin de su vida en la década de 1980', recorrerá la cuenca del río Luján, afluentes y otros valles vecinos. Su producción científica se encuentra dispersada en diferentes medios y su propio diario inédito:

“Por lo que a nosotros respecta guiados por el espíritu de investigación que caracterizó a Ameghino y a Kraglievich, otra figura cumbre de nuestra ciencia, hace más de un quinquenio que nos dedicamos entusiastamente a metódicos estudios geológicos, paleontológicos y paleoantropológicos a lo largo del curso del río Luján y sus afluentes...” (Mignone 1941a: 468).

Las descripciones de los cortes en las vecindades de Luján y Jáuregui reproducen fielmente los elementos que se pueden observar actualmente y son más completas aún que las realizadas en las “actualizaciones” de geólogos en los 1990's. Así Mignone describe correctamente secuencias fluviales por debajo del “Lujanense” como lo hiciera Ameghino y Frenguelli (Miembro Flandria de la Formación Buenos Aires; Toledo 2008a, 2010b) y considera la sucesión sedimentaria como el resultado de terrazas encajadas, modelo que sabemos hoy no es correcto pero que será retomado más tarde (Dangavs y Blassi 1995). Es de destacar que los neoameghinistas habían mal interpretado las descripciones de Ameghino del paso de la Virgen ya que, como Franguelli, solo consideran “Lujanense” a los sedimentos verdosos superiores, mientras que a los depósitos verdosos inferiores (Secuencia LVI) los consideran “Bonaerenses” o pre “Bonaerense”. Este error es común aún actualmente entre geólogos y paleontólogos (véase discusión en Toledo 2008c).

Los estudios en el área Interserrana y la cuenca del Salado: Redefinición del “Lujanense” fuera de la sección tipo. El modelo de Fidalgo *et al.* (1973a y b)

Un análisis aparte merecen los trabajos de Fidalgo y colaboradores realizados principalmente en la década del 1970's en los depósitos “lujanenses” y “platenses” ya

que sentaron las bases de la nomenclatura en uso. Tras treinta años de investigaciones de Frenguelli, quien como vimos, no logra imponer un esquema estratigráfico más convincente y de más práctica utilización que el de Ameghino, poco y nada se avanza entre los años 1950's y 1970's en la comprensión de la estratigrafía de los valles bonaerenses. Sin embargo, este periodo marca el inicio del dominio de los paleontólogos de vertebrados como constructores de la estratigrafía pampeana. Pascual publica en 1964 sus "edades mamífero" con base conceptual en el paradigma evolucionista y cronoestratigráfico pero cuyo nexo con la realidad, la sucesión de unidades-roca y por ende su contenido fósil, sigue denominándose con la nomenclatura informal ameghiniana. Las "edades mamífero" poseen los mismos nombres de las formaciones sedimentarias pero con límites diferentes. Así la edad mamífero Lujanense incluye las "edades roca" Lujanense y Bonaerense de Ameghino (Blasi 2009b, Toledo 2005, 2009b). Ello introdujo nuevas confusiones ya que la visión conceptual y valor del término "Lujanense" no era la misma para un geólogo o un paleontólogo. En el ámbito estratigráfico una nueva e interesante vía es señalada por Teruggi *et al.* (1974) quienes comienzan a investigar el valor de los pedocomplejos cálcicos como marcadores de discontinuidades en ambiente continental, pero luego de inicios promisorios (*e.g.* Zárate 1989) se cambia de paradigma para ver la sucesión de loess pampeanos como una simple sucesión de paleosuelos. Las discontinuidades, salvo aquellas de alto orden, claramente tectónicas, ya no son la llave del entendimiento de la arquitectura deposicional de estos sedimentos, sino que el paleosuelo toma este lugar acompañado de dataciones OSL. La aplicación de técnicas de paleomagnetismo direccional hacia 1980 aporta criterios cronológicos absolutos, aunque estos trabajos adolecerán de la falta de un modelo geológico integral que, justamente tenga en cuenta discontinuidades que hacen amalgamar zonas magnéticas de edad diferente pero

igual polaridad y/o la falta de registro de partes o todo un cron. En este contexto Fidalgo y colaboradores, retoman el estudio del relleno de valles, en un momento en que las referencias son fundamentalmente Ameghino y Frenguelli, pero cuentan con un elemento nuevo, las dataciones radiocarbónicas. Los estudios se concentraron en el valle inferior del Salado y más tarde en el área interserrana sin cotejar con el área tipo y otras conocidas. Los horizontes geológicos, con la nomenclatura y sus ambigüedades, de Fidalgo y colaboradores se incorporan al léxico habitual y de pleno uso por arqueólogos de cazadores-recolectores pampeanos. ¿Cuál es entonces el origen y estado actual de la nomenclatura estratigráfica de los depósitos de valle denominados tradicionalmente e informalmente "Lujanense" y "Platense"? El código argentino de estratigrafía en la versión vigente en aquellos años ni en la actual, reconoce unidades denominadas con las desinencias y criterios que utilizaron Ameghino y Frenguelli, mientras que las unidades formales, entre otros requisitos, deben referirse a una localidad o toponimia cercana de la localidad tipo. En el caso del "Lujanense", la denominación aceptada sería Formación Luján y debería respetar un historial por demás rico en calidad y cantidad de estudios anteriores en Luján. Sin embargo, Fidalgo *et al.* (1973a y b) dan rango formacional, en la zona del río Salado Inferior, entre la ruta nacional 2 y la bahía de Samborombón, a los rellenos de valle aflorantes e intrusiones marinas asociadas. Como nuevo aporte definen "unidades edáficas" o paleosuelos siguiendo las propuestas de Tricart (1968). La nomenclatura así establecida en esta área específica se extendió a casi toda la provincia de Buenos Aires y es la que actualmente se encuentra en uso. Uno de estos trabajos está consagrado al área continental (Fidalgo *et al.* 1973b). Allí se define la Formación Luján en las barrancas del río Salado frente a la estancia La Pelada, en las inmediaciones de la localidad Guerrero. "Los sedimentos correspondientes a la unidad se encuentran principalmente a lo largo del curso

del río Salado, pero con una distribución a veces engorrosa de desdiferar con claridad. Esto se vincula con el hecho de que sus espesores, en oportunidades, alcanzan solo algunos decímetros, mientras que en otras ocasiones llegan a 2,00 o 3,00 m." [...] "Sobre la margen derecha del río Salado en las proximidades de la estancia La Pelada se observa un perfil constituido en sus primeros 20 cm, a partir de la base de la barranca, por sedimentos castaños rojizos pronunciadamente compactados pertenecientes a la formación Pampiano. **Hacia arriba y separada por una discordancia de erosión, se encuentra la Formación Luján, que comienza con un limo arenoso color castaño claro de unos 20 a 30 cm de potencia, que se continúa con 40 a 50 cm de un limo arcillo-arenoso, verde, en cuya parte superior se desarrolla el Suelo Puesto Callejón Viejo**" (Fidalgo *et al.* 1973 b: 32).

De este pasaje se desprende que la sección tipo para el Valle del Salado se reduce a un afloramiento cercano al metro de espesor, comportando un sector castaño inferior y otro verdoso superior sellado por un "suelo". No se acompaña un dibujo del perfil. Finalmente mencionan una observación importante: La existencia de un nivel verde inferior, en cercanías del Puente El Cacique, sobre el cual no arriesgan ninguna interpretación (LVi ?) y con lo que se hubiera dispuesto probablemente de una secuencia comparable con la de la sección tipo de Luján. Luego concluye:

"Los sedimentos de la Formación Luján de la manera considerada por nosotros, puede dividirse en dos miembros: **Miembro Guerrero y Miembro Río Salado**. El primero de estos comprende a sedimentos que comienzan, en su base, con arenas muy finas, arenas limosas, de color castaño claro, pasando hacia arriba a arenas limosas y limos arcillo arenosos de color verde" ... "en su techo se observa con relativa frecuencia un suelo enterrado denominado **Suelo Puesto Callejón Viejo**" ... "Una exposición típica de este miembro puede observarse en la margen derecha del río Salado, en las inmediaciones de la Estancia La Pelada" (Fidalgo *et al.* 1973b: 33).

Finalmente en las conclusiones justifica del siguiente modo la inclusión del "Lu-

janense” y “Platense”, en una sola formación:

“Hemos preferido integrar estos dos miembros en una única formación, ya que las características macroscópicas de los sedimentos que los componen presentan dificultades para ser diferenciados. [...] El color de los sedimentos, si bien muestra cierta predominancia de los tonos verdes en el Miembro Guerrero y grises en el Miembro Río Salado, en oportunidades alternan, sumándose en ocasiones los tonos castaños en **cualequiera de ellos. Por estas razones, [...] creemos conveniente mantener el criterio aquí señalado, **no obstante la presencia esporádica del Suelo Puesto Callejón Viejo**”** (Fidalgo *et al.* 1973b: 38). Queda así incluido en una misma formación el límite Pleistoceno-Holoceno y dos depósitos que siempre fueron fácilmente identificados litológica y paleontológicamente desde los primeros trabajos de Muñiz y posteriormente claramente definidos por Ameghino (1876-1889). La lectura de este trabajo demuestra que del “Lujanense” de Ameghino solo se incluye la mitad superior y que no se realizó ninguna comparación con la sección tipo de Luján. Si bien en su momento fue un trabajo preliminar, la nomenclatura utilizada es adoptada rápidamente por la comunidad geológica, paleontológica y arqueológica del área pampeana, y de hecho deviene la denominación vigente en la actualidad. La denominación Suelo Puesto Callejón Viejo (SPCV) es ampliamente utilizada ya que un nivel rico en materia orgánica fue detectado en toda la región a pesar de que en la localidad tipo no corresponde al suelo al que se le aplica normalmente el nombre (Tonni *et al.* 2001, Toledo 2005: 421). Posteriormente Fidalgo *et al.* (1975) realizan una síntesis de la geología pampeana y si bien citan la sección original de Ameghino y las descripciones de Frenguelli, no remarcan la presencia de un sector superior verde y otro inferior. Recién en 2005 una revisión de la sección tipo muestra lo acertado de las descripciones de Ameghino y Frenguelli datando el horizonte verde inferior en > 40 k a AP (Toledo 2005). Fidalgo *et al.* (1991) extienden la estratigrafía definida en el Salado al área Inter-

serrana, así es como la nomenclatura de Fidalgo y colaboradores, a pesar de lo inadecuado del nombre de SPCV y la consideración incompleta del “Piso Lujanense” es definitivamente aceptado por el uso y se establece una nueva visión paradigmática del Lujanense, como formado por una sola secuencia fluvial granodereciente sepultada por un suelo de tipo Chernozoides, cuando en realidad este último consiste en depósitos lacustres a palustres y suelos higroscópicos (Zárate *et al.* 2000, Toledo 2008b). Sin embargo un aporte significativo de esta síntesis es la definición por primera vez de dos acumulaciones de interfluvio, eólicas, contemporáneas a los Miembro Guerrero y Río Salado, que denomina respectivamente Postrera I, con megafauna y Postrera II. El abandono del estudio del noreste de la provincia de Buenos Aires, en beneficio de las cuencas del Salado e Interserrana, contribuyeron a un estado de confusión continuo sobre la estratigrafía de valles. El análisis del contexto histórico, trabajos previos y su confrontación con las observaciones de campo, permitió detectar los principales factores que determinaron dicho estado, que son: la no comparación con la sección tipo de Luján; el uso de metodologías puramente litoestratigráficas y generalmente puntuales; la estratigrafía definida principalmente por paleontólogos de vertebrados; la confusión de facies loessoides fluviales (LR) con el sustrato “pampeano”; la atribución de los términos basales “verdes” del “Lujanense” al “pampeano” o al “Belgranense lacustre”; la ausencia de dataciones; la desestimación del valor estratigráfico de las discontinuidades; la incompreensión de la geometría de depósito y variaciones de espesores asociados y la incorporación reciente de términos interpretativos (“Platense lagunar”). Por otro lado el análisis de la evolución nomenclatural permite sustentar una proposición de redefinición de la Formación Luján (Fig. 12) y definición de la Formación La Plata contemplando y respetando las prioridades históricas, el código vigente, las características litofaciales, las discontinuidades

regionales, la fauna fósil y la expresión de los eventos pleniglaciares e interstadiales.

Secuencias deposicionales en valles pampeanos

En este estudio se consideran principalmente los valles que drenan la vertiente noreste de la denominada pampa levantada o ondulada (Pasotti y Castellanos 1967, 2000a y b), que desaguan en el sistema Paraná-Plata. El aspecto ondulado tiene su origen en la sucesión de valles de diferente orden labrados al techo de la Formación Ensenada. Estos valles tienen dirección SO-NE y sus nacientes se encuentran en el *divortium aquarum* que corre entre la cuenca del Salado y el sistema hídrico mencionado. La edad de los mismos es post-ensenadense (Toledo 2008a) y no post-bonaerense como fue propuesto inicialmente por Ameghino. Efectivamente a partir de los trabajos de Ameghino (1889, 1908, 1910) y aún en la actualidad (*e.g.* Zárate 2005) se considera que dichos valles se labraron posteriormente a la depositación de la Formación Buenos Aires y que fueron rellenados por los depósitos lujanenses y platenses. Las observaciones de campo, las dataciones OSL y consideraciones de paleogeomorfología y neotectónica permiten inferir que la conformación de los valles en su configuración actual es mucho más antigua que la contemplada hasta el presente. Se deduce que su formación se llevó a cabo durante un periodo erosivo y de no depositación, aún no acotado, pero que aquí se estima entre 300 ka y 600 ka de duración y representado por la discordancia postensenadense a expensas de los sedimentos de la Formación Ensenada o Grupo de Secuencias Ensenada. El primer relleno detectado en la región de estudio corresponde a facies fluviales de la Formación Buenos Aires de edad OIS 4 (Toledo 2009b, 2010b).

Los afloramientos del río Luján se tomaron como base del estudio del relleno de valles ya que allí se definió la secuencia tipo del Lujanense (Ameghino 1881, 1884, 1889) y los afloramientos muestran sec-

ciones condensadas respecto a otros valles, que permiten observar todas las secuencias desde el substrato Ensenadense. Se estudiaron las secciones entre las localidades de Pilar y Mercedes pero en particular los afloramientos entre Luján y Jáuregui (Toledo 2005, 2008a, b y c, 2009 b, 2010a, b y c). En esta última localidad se desarrollaron los modelos depositacionales y cronológicos que fueron completados y confrontados con las secciones de otros valles. El estudio de detalle del área de Jáuregui (Fig. 10) permitió comprender en particular la relación con el substrato Ensenadense, descubrir las facies fluviales del OIS 4 y datar por primera vez las facies Lujanenses verdosas inferiores y asignarlas al OIS 3.

Las secciones del río Luján en Pilar (Fig. 11) fueron examinadas para observar la interdigitación de facies estuáricas del Holoceno medio descubiertas por Carlos Ameghino en 1883 (Ameghino 1884), datadas por Figini (1992) hacia 6 ka C¹⁴ AP. Se dató un nivel de *Ostrea* sp. en matriz limoarcillosa verde oliva detectado por primera vez por Fucks (2004) en > de 40 ka AP. Las condiciones de afloramiento (34° 27'4,01"S - 58°57'42,01"O) no permitieron establecer relaciones estratigráficas precisas pero se correspondería a la ingresión interglacial del OIS 5e. En Salto se relevaron y dataron los afloramientos en los alrededores del Molino Viejo y Puente al Rincón (34°17'55,66"S - 60°17'22,10"O), agua arriba de la ciudad de Salto y el puente a la Eloísa, agua abajo de la ciudad de Arrecifes.

En el río Reconquista (Fig. 11) se realizaron observaciones en el área entre el Puente Cascallares y la represa Roggero (34° 41'4,82"S - 58°50'56,59"O), aquí se presenta un perfil compuesto del área entre el paraje El Manantial y el perfil Los Ciervos. En términos generales se confirma el afloramiento de una sucesión tipo semejante a la del río Luján con excepción de los sedimentos platenses, que están poco desarrollados o cubiertos por aluvio o modificaciones antrópicas. Reborado *et al.* (1995) y Schreiber (2003) reconocen los depósitos clásicos del Miem-

bro Guerrero en la parte cuspidal de las barrancas, pero asignan al Bonaerense (Reborado *et al.* 1995, Pardini *et al.* 1995) o al Belgranense (Schreiber 2003) a los sedimentos verdosos (aquí S LVi) que se encuentran en la base de la barranca e infrayaciendo a limos rojizos de dos a tres metros de potencia. Estos últimos, como ha sido el caso en Jáuregui, Salto y Arrecifes son interpretados por estos autores como parte de los sedimentos pampeanos, cuando en realidad corresponde al término intermedio del "Lujanense" o secuencia Luján Rojo. Esta confusión estratigráfica inducida por el gran espesor que pueden alcanzar estos limos rojizos y masivos tiene significativa importancia a la hora de caracterizar las faunas locales y deducir condiciones paleoambientales ya que este sector loessoide corresponde al OIS 2, es decir es contemporáneo al último pleniglacial (LGM) (Toledo 2008c). Los afloramientos del río Areco se examinaron las proximidades del puente Castex donde se estudió el retiro de los estuarios de la Secuencia La Plata y las facies fluvioalustres del "Aymareense" (Ameghino 1881, 1889) que están particularmente desarrollados en el área por lo que se denomina la Secuencia Areco y Formación Areco. A partir del estudio de estos valles, incisos en la Formación Ensenada, se definen las siguientes secuencias deposicionales (Figs. 10, 11 y 12).

SECUENCIAS DEPOSICIONALES

Grupo de Secuencias Depositionales "Ensenada" (> 600? ka AP)

Corresponde al "Pampeano inferior" de Ameghino (1881), Piso Ensenadense (Ameghino 1889) y Formación Ensenada (Riggi *et al.* 1986). Estas secuencias constituyen el substrato geomorfológico de los depósitos de relleno de valle y por ello será descrita someramente (véase Tonni *et al.* 1999, Voglino y Pardiñas *et al.* 2005, Toledo 2009b: 259). Consisten en depósitos loessoides rojizos pálidos muy compactos, similares a los descriptos para el área de interfluvios. Los afloramientos

naturales son muy escasos y pequeños, aflorando por trechos en la parte más basal de las barrancas actuales. Presentan las mismas características texturales que en las áreas de interfluvio, concreciones mantiformes y nódulos carbonáticos decimétricos aislados. En una trinchera exploratoria realizada desde el nivel del agua en la localidad de Villa Flandria (34° 34'54,39"S - 59°10'17,52"O) y en una cantera cercana (34°34'16,03"S - 59°9'12,63"O) se pudo observar el complejo pedocálcico que caracteriza el techo de la Formación Ensenada en interfluvios, bien desarrollado con espesor cercano al metro. Las asociaciones faunísticas son netamente diferentes con desaparición de *Mesotherium cristatum* (*Tyotherium*, de los autores clásicos) marcando su techo el fin de la biozona piso edad Ensenadense (Cione y Tonni 2005; Soibeltzon *et al.* 2008). Ello aporta datos a favor de la hipótesis de la independencia paleoambiental y paleogeomorfológica entre la Formación Ensenada y los depósitos posteriores. No se dispone de datos de paleocorrientes de la Formación Ensenada, para la cual se supone un diseño de drenaje no encauzado, efímero, discordante y con direcciones ortogonales a oblicuas al actual.

La discordancia "post-Ensenadense" (Ameghino 1889), el evento de 0,8 Ma y el límite Matuyama-Brunhes

A pesar que una primera caracterización correcta había sido esbozada por Ameghino en 1880 y en 1881, y completada en 1889, para separar su Pampeano en inferior y superior, este límite será objeto de múltiples interpretaciones según la experiencia de campo y habilidad de cada autor para percibir cambios faciales, interpretar discordancias, incorporar datos paleontológicos, pedológicos y paleogeomorfológicos. Los elementos básicos como la desaparición de *Mesotherium cristatum*, la mayor compactación y la intercalación de la ingresión Belgranense, se adquieren ya en el último tercio del siglo XIX. Un avance significativo fue determinar la presencia del límite Matuyama-Brunhes (MBB) en las cercanías del lími-

te formacional (Valencio y Orgeira 1983, Bidegain 1991, 1995), más específicamente a algunos metros por debajo de la discordancia de su techo (Bobbio *et al.* 1986, Riggi *et al.* 1986), dato que será confirmado en sucesivos estudios posteriores (Bidegain y Rico 2004, 2007, Nabel *et al.* 1993, 2000; Tonni 1999, 2009). Nabel (1993) denomina Geosol El Tala, a partir de los trabajos de Fidalgo (1973a y b) y Luna *et al.* (1990), entre otros, al nivel meteorizado y edafizado que se encuentra en el techo de la Formación Ensenada en el área de Baradero. Las síntesis de Tonni *et al.* (1999) y Nabel (1999) ordenan los conocimientos adquiridos a la fecha, permitiendo dejar como establecido que ambas formaciones están separadas por una discordancia erosiva asociada frecuentemente con un nivel cálcico, que los 2 a 5 metros finales de la Formación Ensenada son de edad Brunhes, que debe existir un hiato considerable, y que la Formación Buenos Aires es de edad menor a 0,78 Ma. El hiato en el área de Luján, y noreste en general, comprende al menos 400 ky AP, y el nivel cálcico con horizontes relictos de loess intercalados está fuertemente erosionado por canales fluviales y cárcavas. Se diferencian así dos procesos durante el hiatus postensadense: uno de depósito nulo a residual, erosiones menores y desarrollo de los niveles cálcicos y otro, en parte contemporáneo pero desfasado en el espacio, de alta erosión y cárcavamiento. La paleosuperficie de erosión se interpreta como producida por un levantamiento neotectónico (~0,5 Ma? AP) con inversión de bloques a lo largo de un corredor asociado al alto del Río de la Plata. Es decir no existiría una falla individual como la “falla del Paraná” de los primeros autores sino una faja de inversión. Esta singular discontinuidad puede no ser evidente en ciertos afloramientos cuando se amalgaman facies loessoides sin el horizonte cálcico intermedio. Esta importante discordancia es ignorada o no reconocida en trabajos recientes a pesar su conspicua presencia en el campo, respuesta geoquímica y caracteres físicos (*eg.* Zárate 2005,

Tófaló *et al.* 2008, Fucks y Deschamps 2008). Iriondo y Kröhling (2008) señalan en la cuenca del río Uruguay un largo período, que abarcó la mayor parte del Pleistoceno Medio, sin registro sedimentario deduciendo una fase de erosión generalizada.

La información disponible parece indicar que recién hacia el fin de la Terminación II los valles se encontraban configurados con un perfil de equilibrio tal que el evento transgresivo del OIS 5e pudo penetrar en los valles. Teniendo en cuenta la compleja historia de depositación, no depositación, erosión diferencial, amalgamamientos, meteorización y pedogénesis sobre el techo de la Formación Ensenada y durante al menos 0,4 Ma, el valor cronostratigráfico del Geosol El Tala es relativo ya que se desarrolló sobre una superficie diacrónica.

Secuencia Depositional Belgrano (S B), 130?-115 ka AP

No se observaron depósitos de esta secuencia en el área de estudio y su descripción escapa al objetivo de este trabajo. Se debe mencionar las dataciones de > 40 ka AP (Toledo 2009b) del banco de *Ostrea* sp. con matriz de limos arcillosos verdosos de la localidad de Pilar, sitio Amancaes (34°27'4,01"S - 58°57'42,01"O, Formación Pilar, Fucks 2004) atribuibles al OIS 5e, y del banco de *Ostrea* sp. descubierto por Mignone (1951) aguas abajo de Puente Castex. Tradicionalmente estos depósitos se conocen como piso belgranense o ingresión belgranense. Litoestratigráficamente se debería denominar Formación Belgrano, cuyos límites secuenciales, cronología, tipo y distribución de facies en el noreste pampeano son poco conocidos (véase Mignone 1951, Isla *et al.* 2000, González 1986, 1987, 1988, Fucks y Deschamps 2008 y bibliografía allí citada). Se debe mencionar que el retrabajo de sedimentos y lumaquelas litorales pertenecientes OIS 5e por los *lowstands* de 75, 50 y 30 ka AP incorporó material marino a residuos de canal de calcretes y barras fluviales loessoides (Formación Pascua Superior, base de la Formación Bue-

nos Aires en Hudson, y probablemente conglomerados del Faro de Claromeco y Formación Pilar) atribuidas así erróneamente al OIS 5e. Queda aún a investigar el efecto de esta erosión y redepositación de material marino sobre la dispersión y rejuvenecimiento de edades C¹⁴ y U-Th de moluscos “Belgranenses”.

Grupo de Secuencias Buenos Aires (S BA), 115000?-50/55 ka AP

Los depósitos rojizos loessoides de la Formación Buenos Aires caracterizan la parte superior de los interfluvios por debajo del manto eólico de la Formación La Postrera. Representan los típicos limos pampeanos caracterizados por estructuración en poliedros, moderada a baja consolidación y calcretes en formas ramificadas o pequeños nódulos. Constituyen el primer depósito conocido de valles donde rellena cubetas de erosión fluvial labradas en la Formación Ensenada (Toledo 2008a, 2010b). En el área entre Jáuregui y Luján se detectaron por primera vez relictos de esta formación en facies fluviales y que corresponden al avance glacial del OIS4. Sobre la discordancia post-ensadense se encuentran conglomerados de calcretes masivos con matriz de limos arenosos rojizos de residuo de canal. Generalmente es solo visible por debajo del nivel de agua normal del río. Su espesor no excede en los afloramientos detectados, los 20-30 cm. Por encima se suceden limos arenosos rojizos con estratificación entrecruzada cruda planar de 40 a 60 cm de espesor (Fig. 7b). Los planos de progradación de las formas de lecho solo se evidencian cuando aparecen en los mismos clastos rodados de calcrete. Estos últimos poseen tamaño no mayor de sábulo a gravilla. Gradán a limos masivos intercalados con limos arcillosos grises a verdosos y horizontes Bt de bloques pequeños (Fig. 7a). El techo ha sido fuertemente erosionado, dando origen al hiato postbonaerense de Ameghino (1889), sobre el que se encuentran limos y conglomerados de residuo de canal de la Secuencia Luján Verde Inferior, base de todos los sedimentos conocidos

tradicionalmente como “Lujanenses” (Ameghino 1889, Toledo 2005). En 2005 decíamos frente a las primeras evidencias de afloramientos muy reducidos de conglomerados rojizos en el lecho del arroyo Muñiz, que probablemente pertenecieran a una secuencia Lujanense basal o Bonaerense terminal. Las dataciones posteriores prueban esta última hipótesis. El único antecedente es la referencia que hace Ameghino (1881, 1884, 1889) a horizontes de “tosquilla rodada” interestratificadas en capas pampeanas por debajo de los depósitos lujanenses que encuentra en la ciudad de Luján. Estas capas están claramente definidas ya en su corte de la figura 528, lámina XX de 1881, denominada capa 4 y 5, descritas con más detalle en 1884 como capas número 10 de limos rojizos pampeanos y 11 de tosquilla rodada respectivamente, a las que agrega la capa número 12 capa verdosa de terreno lacustre (Fig. 4b). Las atribuye a su Pampeano Superior o Bonaerense. En 1889 cita nuevamente tosquillas en el fondo del río que atribuye al Belgranense o Pampeano Medio y que Burckhardt (1907) criticara desestimando su presencia sin haber visitado Luján. En el momento de su desaparición Ameghino preparaba una réplica, y sin bien su muerte en 1911 dejó trunca una obra de síntesis donde retomaba los sitios y materiales del valle del Luján que había abandonado en 1884-1889, la publicación póstuma de sus manuscritos preparatorios (Ameghino 1935) permite confirmar que Ameghino había identificado bien estas facies independientes y por debajo del “Lujanense”:

“He discurrido acerca de depósitos lacustres con capas de tosquilla rodada correspondiente al Pampeano medio y que no aparecen a descubrirse mas aquí y allá en las partes más profundas del río (Ameghino 1935: 837).

Estas capas no han sido identificadas ni reconsideradas por ningún autor posterior para el área que nos ocupa a excepción de Mignone (1941a y b) y Frenguelli (1920a: 386), quien ya había observado conglomerados basales en el área de Paraná y denominado “prebelgranenses”. Es-

te último tal vez fue uno de los últimos investigadores, con Rusconi, en observar los cortes del Molino Bancalari, pero el único en publicar una descripción conocida (capa “a” prebelgranense en Fig. 6). *“En la orilla derecha [el Lujanense], debajo del antiguo molino Bancalari, también presenta el mismo aspecto general pero cambia de color y de textura: forma un banco de arena cuarzosa fina y gruesa, cementado por un escaso material arcilloso, de color pardo rojizo.... ..corresponde al “pampeano rojo” de que nos habla Ameghino....y a la “arcilla pampeana roja” que el mismo autor atribuye al “pampeano superior o piso bonaerense” (Frenguelli 1920: 387).*

Si bien no es objeto de nuevos estudios en los valles de la pampa ondulada, las capas fluviales rojizas subyacentes al “Bonaerense lacustre” (LVI) serán denominadas Belgranense continental por autores como Rusconi (1937), Bonaparte (1957) y Mignone (1941a y b). La observación de los afloramientos entre Luján y Villa Flandria en las barrancas de la margen izquierda del río Luján (Figs. 6, 7 y 8) permitió definir su geometría y relaciones estratigráficas respecto a las secuencias encajantes Ensenada y Luján. En efecto la observación más notoria es que las facies fluviales de la Secuencia Buenos Aires coinciden con la posición de los valles de afluentes al río Luján actual, en particular con aquéllos profundamente incisos durante el Holoceno más terminal (Figs. 10 y 5c). Entre dos afluentes estas facies desaparecen y solapan los pedocomplejos cálcicos del techo de la Secuencia Ensenada (Fig. 11). Las denominamos Miembro Villa Flandria de la Formación Buenos Aires (Toledo 2008a, 2010b) para diferenciarla litoestratigráficamente de las extensas facies de interfluvio dominada por depósitos loessoides edafizados.

Edad: Esta sección fue fechada por OSL en $73 \text{ ka} \pm 10 \text{ AP}$ y $67 \pm 6 \text{ ka AP}$ (Schwenninger, in Toledo 2009b) en Arroyo Muñiz y Zanjón Zabaleta respectivamente. La constitución loésica y las edades OSL obtenidas hasta el momento permiten correlacionarla con el avance glacial del OIS 4 (Llanquihue I o Nahuel Huapi I) y

probablemente con el Miembro La Chumbiada en la sección tipo. En interfluvios la Formación Buenos Aires puede tener considerable desarrollo entre 2 y 10 m, posiblemente comprenda secuencias amalgamadas del OIS 5 con base en 115, 90 y 70-75 ka AP. que denominamos preliminarmente Buenos Aires 1 (OIS 5 c y d), Buenos Aires 2 (OIS 5 a y b) y Buenos Aires 3 (OIS 4), respectivamente (Toledo, 2006, 2010b). Blasi *et al.* (2009b) aportan recientemente dos dataciones ISRL para Arroyo Muñiz y molino Bancalari de $50,4 \pm 10,2$ y $56,4 \pm 6,5 \text{ ka AP}$ sin referencias a un perfil, solo a facies, pero posiblemente correspondientes a esta secuencia por la edad y las referencias a Ameghino.

El “hiatus postbonaerense” de Ameghino (1889-1910), ~50 a ~60 ka AP

Así como Muñiz fuera el primero en reconocer que su “terreno fosilífero” estaba contenido en incisiones en la “greda”, Ameghino también desde sus primeros trabajos científicos observa que los depósitos lacustres pampeanos y postpampeanos de Luján onlapan la discordancia erosiva labrada sobre el “pampeano” rojizo. Ameghino (1880, 1881) diferencia tres depósitos en la formación pampeana, que llama terreno pampeano inferior, terreno pampeano superior y pampeano lacustre. El terreno pampeano inferior (Formación Ensenada) lo caracteriza por una mayor compactación, calcretes masivos y presencia del género *Typostherium*. El pampeano superior (Formación Buenos Aires) es más friable e incluye los depósitos entre el pampeano inferior y el humus actual. El pampeano lacustre se diferencia por rellenar valles labrados en el pampeano superior y tener tosca rodada y coloración blanca a verdosas. Si bien la fauna fósil es semejante entre su pampeano superior y el pampeano lacustre de valles, las relaciones geométricas entre ambas formaciones lo obligan a considerar un período de erosión o hiatus que atribuye a un levantamiento de la Pampa. Lo llamara hiatus “Postbonaerense” en 1889, y denomina entonces la fase de levantamiento como “Postbonaerense”. En 1898 en

su Sinopsis Geopaleontológica al hablar del Lujanense, precisa nuevamente:

“estos depósitos de color blanquizco o verdoso contiene numerosas conchas de agua dulce y se formaron en el fondo de las “depresiones” de erosión ocupadas por aguas estancadas que constituían lagunas y pantanos. La excavación de esas depresiones indica un gran hiato entre el Pampeano superior y el Pampeano lacustre del Piso Lujanense” (Ameghino 1898: 142).

Años más tarde Ameghino confirma sus observaciones en los acantilados marplatenses:

“Por mis estudios sobre la formación pampeana publicados hace 28 años, es sabido que el bonaerense (pampeano superior) fue seguido de un largo periodo de denudación que corresponde a un largo hiato geológico entre el bonaerense y el Lujanense. Las nuevas observaciones practicadas en la región de Chapalmalán confirman la existencia de este periodo de denudación y del hiato correspondiente, el cual puede designarse con el nombre de postbonaerense” (Ameghino 1908: 419).

Hacia 1910 Ameghino elabora aún más el modelo referente a la discordancia postbonaerense y el hiatus que representa, asociándolo a un cambio paleogeográfico mayor. Así, para Ameghino no solo los limos rojos pampeanos dejan de depositarse en ese momento, sino que también se producen importantes movimientos tectónicos y sísmicos con la formación de la “hendidura del Paraná”, la consecuente elevación del Mioceno marino de Entre Ríos y el modelado del paisaje actual, movimientos que hoy sabemos son anteriores, es decir post-Puelches y post-Ensenada:

“Con el encauzamiento de las aguas en la hendidura del Paraná ceso la acumulación del limo rojo de la formación pampeana y siguió una larga época (hiato postbonaerense) durante la cual la llanura quedó sometida a un largo y lento proceso de denudación, [...], cavando todos los valles y hondonadas en que corren las aguas actuales. Es la época de la formación de la red hidrográfica existente en la región que se extiende desde la sierra de Tandil hasta las márgenes del Plata y del Paraná” (Ameghino 1910: 21).

Ameghino nos da más precisiones en sus

manuscritos póstumos al replicar a Burckhardt, Roth y Lehmann-Nitsche sintetizando muy bien su modelo estratigráfico sostenido desde 1876:

“los depósitos lacustres del piso Lujanense reposan sobre el bonaerense (Pampeano superior) siempre en discordancia, rellenando valles, cañadas y cauces excavados en la superficie de este último”... “la discordancia señala un gran hiato geológico, entre el Bonaerense y el Lujanense, época durante la cual toda la llanura fue sometida a un largo proceso de denudación durante el cual se excavaron más tarde los depósitos lacustres del Lujanense. Este hiato o largo periodo de denudación puede ser designado con el nombre de postbonaerense” (Ameghino 1935: 739).

Ameghino atribuye entonces sin ambigüedad, la creación de los valles actuales al periodo entre su “Bonaerense” y su “Lujanense”. Tal modelo que no ha variado significativamente del enunciado por Muñiz en 1847, fue caracterizado en detalle por Ameghino (1880, 1881, 1884, 1889, 1898, 1908, 1910), vuelto a describir por Frenguelli, y sigue aún vigente ya que fue aceptado por todos los autores posteriores y aún hoy se considera, erróneamente, que la red hidrográfica actual se formó en ese momento. Así es como recientemente Zárate (2005) y Zárate y Orgueira (2010) no solo reafirman expresamente tal modelo sino que también proponen una cronología para el mismo. Según dicho autor los valles actuales se habrían sido incisos entre 30 y 40 ka AP lo que lo lleva a definir el fin de un “ciclo de reactivación del paisaje” (Zárate 2005). En cambio, nuestras observaciones de campo y dataciones de valles e interfluvios hacen que, atribuyamos la fase neotectónica con inversión y creación de valles consecuente, a la discordancia precedente, es decir la que se encuentra al techo de la Formación Ensenada o postensenadense de Ameghino (Toledo 2008a).

El Piso Lujanense fluvio-palustre es también erróneamente desvinculado por Ameghino de todo intervalo loésico en los interfluvios, ya que nunca reconoció la sección terminal de los depósitos pampeanos, netamente eólica (Formación La

Postrera, Fidalgo 1973b) que en cambio sí fue identificada por Roth y Buckhardt como loess amarillo (Formación Baradero, Toledo 2008a) y más tarde por Frenguelli (1936, 1957) como “Bonaerense” o simplemente “loess”. Estos últimos depósitos están separados del “Bonaerense” infrayacente en interfluvios por una superficie erosiva, irregular bien definida por Burckhardt (1907) y canales bien definidos (Toledo 2009b: 289). La separación ameghiniana lateral y física de los depósitos de valle de los de interfluvio, también tiene plena vigencia aún en la mayoría de autores contemporáneos. Una primera excepción es el corte de Schreiber (2003) quien considera el pasaje lateral entre facies de valle y de interfluvio. Schreiber es tal vez el primer autor en ilustrar claramente, a partir del modelo del río Reconquista, la incisión postensenadense cubierta por facies fluviales de la Formación Buenos Aires. Posteriormente Zárate (2005) siguiendo las observaciones de Fidalgo *et al.* (1991), quienes habían encontrado fauna lujanense en las facies loésicas de la Formación La Postrera, y las dataciones de Toledo (2005), hace interdigital facies eólicas de interfluvio con el Lujanense fluvio-palustre. Al contrario, Fucks y Deschamps (2008: 338) reivindican un esquema simplista, inexacto, donde se retrocede anacrónicamente al esquema de Muñiz (1847) y Ameghino (1881). En una primera aproximación para acotar temporalmente el hiatus postbonaerense se tomaron muestras a la sección Arroyo Muñiz (Figs. 11 y 5c) (34°34'54,39" S - 59°10'17,52" O) de un lado y otro de la discordancia, en la base de la Secuencia Luján Verde Inferior y al techo de la Secuencia Buenos Aires 3. Dichas muestras arrojaron edades OSL de 33-43 y 61-73 ka AP respectivamente (Schwenninger 2005, *com. pers.*). En dicho punto de contexto de valle, al hiato estudiado puede así atribuírsele unos 15 ka de duración mínima. En interfluvios la base del loess amarillo de Burckhardt (1907) equivalente a la Formación La Postrera (Fidalgo 1973b, Dangavs 2005), es transgresiva ya que los mantos eólicos colmataban el re-

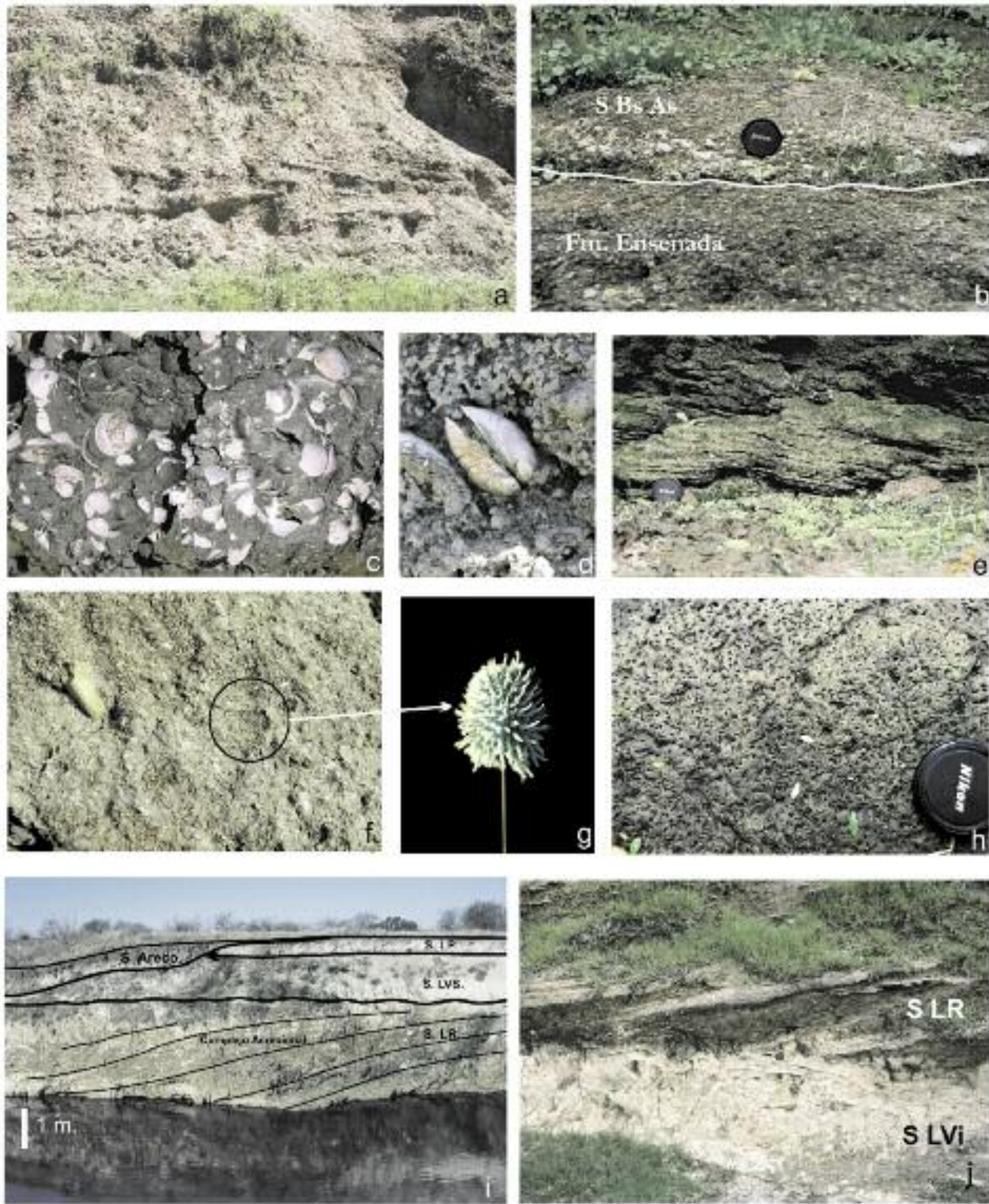


Figura 7: Secuencia Buenos Aires: a) Conglomerados basales y estratificación entrecruzada planar en paleocanales labrados en los complejos pedocálcicos de la Formación Ensenada, Arroyo Pavón; b) conglomerados basales, Zanjón Zavaleta (Villa Flandria). Secuencia Luján Verde Inferior: c) Facies de arenas limosas coquinoides con *Corbicula* sp. (arroyo Cañete, Arrecifes); d) *Diplodon* sp. (río Arrecifes); e) estratificación entrecruzada tabular planar (río Luján, Jáuregui); f) molde de fruto de *Xanthium* sp. junto a un resto óseo con fractura en hueso fresco en el conglomerado basal de la Secuencia LVi. (Zanjón Zabaleta); g) positivo del molde anterior obtenido con resina de alta resolución; h) facies de limos arcillosos con icnitas (*Chironomidae*?). Secuencia Luján Rojo: i) Complejo acrecional, límite superior con la S LVs, nótese canalización colgada de la Secuencia Areco (río Arrecifes y Arroyo del Burro, Salto); j) conglomerados en la base de los cuerpos sigmoidales en contacto erosivo sobre los limos de la secuencia LVi (río Arrecifes, La Eloísa).

lieve Postensenadense heredado (Toledo 2008a y b). Su base arrojó una edad OSL de 30 ka AP en Olivera (34°37' 33,61"S - 59°13'58,23"O) y 51 ka AP en San Pedro, Cantera Iglesias (33°42'47,99"S - 59°38' 1,61"O) (Schwenninger 2006, *com. pers.*) (Cuadro 1). Por ello correlacionamos la discordancia erosiva que caracteriza la base de dicha unidad eólica en la mayor parte de la provincia de Buenos Aires con la discordancia basal de los depósitos lujanenses de valle. Di-cho hiato de orden menor al supuesto históricamente, corresponde entonces al límite entre el OIS 4 y el OIS 3.

Grupo de Secuencias Luján Secuencia deposicional Luján Verde Inferior (LVi), 50/55-30 ka AP.

Presenta un conglomerado basal de calcretos rodados que contiene numerosos fragmentos óseos rodados y quebrados, moluscos (*Diplodon lujanensis*, *Heleobia* sp., *Corbicula* sp.) (Fig. 7c, d, f). Rellena microrelieves erosivos de orden métrico pudiendo desaparecer lateralmente en forma abrupta. El conglomerado basal corresponde a las capas 7 de Ameghino (1881) y 9 de Ameghino (1884). Por encima se depositan los sedimentos del "Lujanense verde inferior" con espesores cercanos al metro, constituido por limos verdosos masivos margosos y lentes de arena fina y gravillas de barras fluviales y planicie de inundación. Se intercalan lentes arcillolimosas palustres a lacustres que pueden presentar moldes de vegetales (Fig. 7e, h). Termina en un nivel edafizado, generalmente erosionado, denominado suelo pre-LGM (Toledo 2005) que solo observamos en Jauregui (34°35'4,10"S 59°10'18,68"O). Corresponden a las capas 6 (Ameghino 1880) y 8 (Ameghino 1884, 1889). Esta secuencia constituye el primer relleno del paleorelieve generado durante el hiatus post-bonaerense (Ameghino 1880). Litoestratigráficamente se la denomina Miembro Jáuregui de la Formación Luján (Toledo 2008a). Se la ha asignado erróneamente a un pre-Bonaerense, Ensenadense lacustre o Belgranense continental (Rovereto 1914, Frenguelli

1920, Bonaparte 1957, Mignone 1941, Pardiñas y Lezcano 1995, Pardiñas *et al.* 1995 y Soilbelzon *et al.* 1999). El origen de dicha confusión ha sido el encontrarse debajo de facies loessoides rojizas muy similares al pampeano, fluviales y que pertenecen a la Secuencia Luján Rojo. Toledo (2005) analiza la importancia de este intervalo como constituyente basal del Lujanense de Ameghino en la sección tipo. Se correlaciona estratigráficamente con la Formación Arroyo Feliciano que representa un relleno aluvial en los valles afluentes del Paraná y del Uruguay en la provincia de Entre Ríos durante parte del OIS 3 (Iriando y Kröhling 2008).

Edad (Cuadro 1 y Figs. 11 y 14): Se disponen numerosas dataciones realizadas al tope y base de la unidad por C¹⁴ AMS sobre moluscos, una datación OSL para el techo del conglomerado basal y una datación del conglomerado basal de ESR, que permiten asignar la secuencia aflorante al OIS 3. El conglomerado basal es datado por primera vez en arroyo Muñiz en > 40 ka AP sobre *Diplodon lujanensis*. (Toledo, 2005). Diversas dataciones C¹⁴ posteriores realizadas en afloramientos de los ríos Luján y Arrecifes sobre *Diplodon* sp., *Littoridina* sp., *Corbicula* sp. (Toledo 2008a, 2009) y por OSL en cuarzo (Schwenninger 2005 *com. pers.*) permiten acotar estos depósitos entre 32 y 47 ka AP (Cuadro 1). Una primera edad ESR para pampa, de una pieza dentaria de *Macrauchenia* sp. procedente del conglomerado basal en Zanjón Zabaleta (34°34'36,44"S - 59°9' 51,23"O) arrojó una edad de 45 ± 4 ka AP. (Kinoshita, A. y Baffa, O. 2010, *com. pers.*), permitiendo acotar sin dudas el inicio de la depositación entre 40 y 50 ka AP. A su vez estas edades serían comparables con los conglomerados castaños basales de la Formación Sopas en Uruguay datados entre 58 ka AP y 43 ka AP (Ubilla 1985, 2004; Martínez y Rojas, 2004).

Condiciones ambientales: Los fechados disponibles permiten correlacionar esta secuencia con el interestadial OIS 3 o Wisconsin, de condiciones relativamente más húmedas y menos frías que el estadio

precedente. Bonadonna *et al.* (1999) sugieren a partir de isotopos estables del área de Olavarría, que alrededor de 35 ka AP predominaron condiciones ambientales áridas y relativamente menos frías que las del pleniglacial. De Francesco *et al.* (2007) reconocen también condiciones interestadiales hacia 30-35 ka C¹⁴ AP en el piedemonte mendocino a partir del análisis de moluscos. Para la pampa norte, Iriando y Kröhling (1995) evidencian el desarrollo de fajas fluviales datadas en 45 k a AP (TL) y deducen un régimen de precipitaciones mayores de 700 mm anuales. Kröhling (2010) registra un mejoramiento climático en el OIS 3 evidenciado por la disipación de las dunas eólicas precedentes, con aplanamiento de las formas eólicas y formación de suelo sobre las mismas. Quade *et al.* (1995) describen depósitos palustres relacionados con periodos de freática alta con edades en 32 ka C¹⁴ AP, de colores verde pálido, según estos autores debido a la reducción de óxidos de hierro en cuerpos someros pero perennes del interestadial Wisconsin. Esta secuencia es el único depósito donde se registró el camélido gigante *Enlamoops parallelus*, ramoneador mixto con consumo de gramíneas y arbustos o arbustos espinosos (Menegaz y Ortiz Jaureguizar 1995). La especie *Morenelaphus brachyceros* sería también característica de esta secuencia, si bien varios hallazgos son atribuidos al bonaerense al encontrarse por debajo de los espesos mantos loessoides de la Secuencia Luján Rojo. La presencia de *Xanthium* sp. que ya fuera señalada por Ameghino (1881) como cepa caballo, del cual hemos encontrado un molde completo (Fig. 7), puede soportar climas templados fríos y requiere un sustrato húmedo la mayor parte del año. *Neocorbicula* sp. indicaría ambientes lóticos con corrientes de media a alta energía (Fig. 7c).

Secuencia deposicional Luján Rojo (LR), 30-16/17 ka AP: Registro en pampa del LGM

Comienza en la discordancia basal que la separa de la S LVi o discordancia intralujanense (Toledo 2005) que marca el inicio

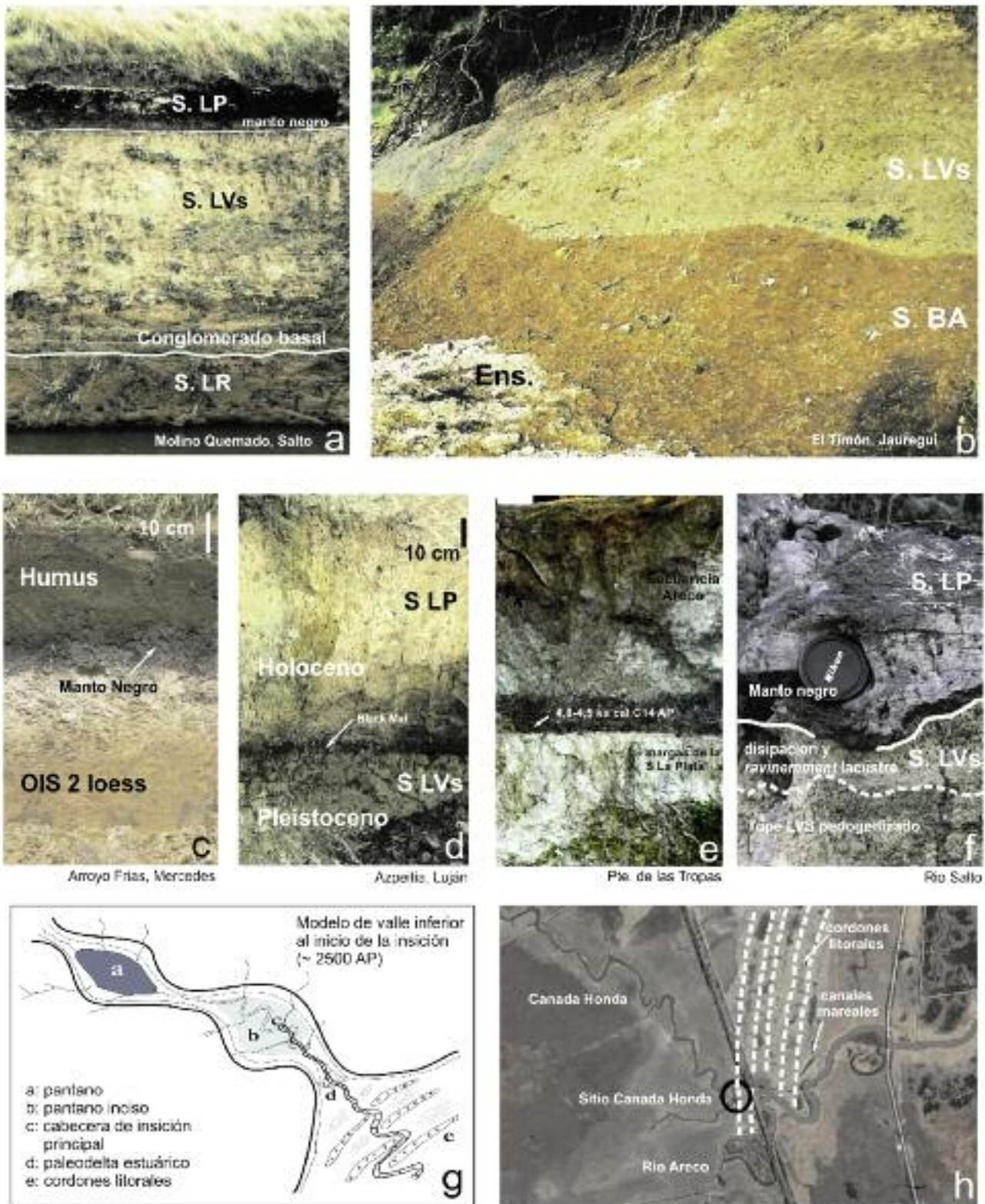


Figura 8: Secuencia Lujan Verde Superior: a) Secuencia completa, obsérvese el conglomerado basal y el paleosuelo al techo (río Salto, Molino Quemado, Salto); b) base erosiva y conglomerados residuales (río Luján, Molino de Jáuregui). Secuencia La Plata: c) contacto basal sobre el techo edafizado del loess del OIS 2 (Arroyo Frías, Mercedes); d) manto negro en el corte de Azpeitia, margen derecha (río Luján); e) evento húmedo de 4 ka (Puente de las Tropas, Luján); f) discordancia entre las Secuencia La Plata y LVs, edafización, *ravinement* e inundación lacustres (río Salto y Canal del Norte). Secuencia Areco: g) Modelo paleoambiental e inicio de la incisión actual; h) incisión de cordones litorales (río Arco y sitio Cañada Honda).

del último máximo glacial (LGM). Este fue definido como el momento en que el frente glacial alcanza su máximo avance, durante el estadio isotópico 2, registrado por un mínimo en la curva isotópica de O^{18} marino y datada en 18 ka años C^{14} AP (Martinson 1987) o 21 ka AP en edad calibrada (Ehlers y Gibbard 2007). En los valles de la pampa ondulada se encuentra representado por los depósitos loessoides de la Secuencia Depositional Luján Rojo (LR) con edad entre 30-17/16 ka AP. Sobre la superficie de erosión se presenta un conglomerado residual, de espesores promedio de 15 cm, con matriz infiltrada de limos y arenas finas limosas verdosas a rojizas conteniendo restos óseos con fractura concooidal e incisiones similares a los descritos por Ameghino (1876, 1880). Corresponde a las capa 5 de Ameghino (1881) y a la capa 7 de Ameghino (1884). Sobre estos conglomerados, o directamente sobre la superficie de erosión, se depositaron limos-arenosos y arenas finas rojizas de barras limosas de relleno de canal con conspicuas superficies de acreción lateral o frontal de orden decamétrico que involucran todo el espesor de la secuencia y la diferencian de los demás depósitos fluviales pleistocenos pampeanos (Fig. 7i, j) (Toledo 2008c). Estos últimos corresponden a las capa 4 de Ameghino (1881) y a la capa 6 de Ameghino (1884, 1889). El espesor de estos depósitos es muy variable pudiendo alcanzar 3 a 4 metros. Se interpretan como resultantes de la acreción de barras limosas de relleno de canal. Definen cuerpos de forma sigmoidal con ángulos de progradación mayores de 30° , que pueden alcanzar 30 a 50 cm de espesor, >3 m de altura y > 10 m de longitud (Fig. 7i, Arroyo El Burro, $34^\circ 16' 18,31'' S - 60^\circ 14' 11,18'' O$). Hacia la parte inferior de estas superficies se pueden presentar conglomerados finos y lineamientos de sábulos de calcrete rodado evidenciando condiciones de alta energía en los períodos de migración. Al techo se presenta un nivel levemente edafizado, con rizolitos y estructuras prismáticas, o suelo post LGM, generalmente ausente al ser erodado du-

rante la depositación de la Secuencia Luján Verde Superior (LVs) (Toledo 2008c). En la terminología de Miall (2006), las macroformas descritas poseen caracteres intermedios entre los elementos arquitecturales DA (*downstream accretion macroforms*) y LA (*lateral accretion macroforms*). No se ha podido encontrar formas de lecho menores para discriminar entre el predominio de uno u otro mecanismo por lo que se describen, como sugiere este autor, como macroformas DA/LA o complejo acrecional. Posiblemente estas formas constituyan un caso particular no considerado en la literatura ya que el aporte de granulometrías muy finas, coercitivas, es considerable y por otro lado la morfología de valles, con llanuras de inundación reducidas o inexistentes, no habría permitido la migración lateral libre. Con los datos disponibles se privilegia un modelo de barras limo arcillosos con acreción frontal a oblicua predominante, en un contexto de baja sinuosidad y carga mixta, pero con predominio de la suspensión. Cada *foreset* correspondería a migración durante inundaciones excepcionales. Crowley (1983) y Mc Cabe (1975) describieron macroformas de centro de canal con acreción frontal para cursos de baja sinuosidad y las denominan *alternate bars* para ríos de baja a moderada sinuosidad pero con *talwegs* sinuosos y acreción oblicua. Este modelo parece ajustarse a las condiciones hidrodinámicas y geomorfológicas de los cursos fluviales de la pampa ondulada, ya que estaban encauzados en valles incididos en los limos loessoides compactos de la Formación Ensenada y secuencia fluviales posteriores. Ello no permitía la divagación lateral por erosión lateral de finos de llanura de inundación. Por otro lado la carga detrítica debía ser muy abundante aportada por importantes y frecuentes tormentas de polvo. En crecidas excepcionales, episódicas, este material era removilizado y redepositado en barras de tipo alternadas con acreción oblicua. Aún es necesario definir la arquitectura tridimensional de estos complejos acrecionales y comprender la interacción entre la alta tasa de

aporte y el tipo de estacionalidad climática ya que evidencian condiciones de sedimentación muy particulares en el que el factor aporte es una de las variables determinantes. En efecto, las condiciones climáticas extremas fueron favorables a la generación y movilización de fracciones finas en cantidades considerables desde las áreas periglaciares cuya superficie fue incrementada por la exondación de la plataforma, claramente documentadas con el incremento de polvo registrado en los hielos de la Antártida (*EPICA Members* 2006). Este incremento sin precedentes del aporte detrítico aéreo modificó profundamente el paisaje al depositarse en forma de mantos de loess en los interfluvios, obstruyendo y colmatando cursos tributarios de orden mayor, mientras que fue resedimentado en los cursos troncales en complejos acrecionales. Este régimen persistió durante unos 15.000 años con un máximo alrededor de 18-20 ka AP. Estas facies, al estar constituidas por limos rojizos masivos, la hacen fácilmente confundibles con los sedimentos más antiguos, genéricamente llamados pampeanos. Es muy frecuente que la Secuencia LV_i, o Miembro Jáuregui de la Formación Luján, haya sido totalmente erosionada por la Secuencia LR en cuyo caso esta última se amalgama con los limos loessoides infrayacentes, de iguales características macroscópicas, pertenecientes al Bonaerense. Otro factor de confusión es el espesor y homogeneidad considerable de estos depósitos, que inducen a interpretarlos como "pampeanos", haciendo retrotraer, como vimos, los depósitos verdes de la Secuencia LV_i, a una edad belgranense. Ello lleva a Ameghino a atribuir, erróneamente, una gran antigüedad a sus paraderos de Frías y Jáuregui al correlacionar las facies rojas loésicas del yacimiento con el pampeano o bonaerense. Igualmente, cuando el conglomerado basal falta y la erosión ha incorporado material verdoso de la Secuencia LV_i el límite entre ambas secuencias no es neto y ha llevado a algunos investigadores a confundir las secuencias LV_i y LR en una sola y atribuir el cambio de coloración y

litología a simples variaciones faciales de una misma unidad.

En los interfluvios, el material depositado por transporte eólico recubre con un manto continuo las ondulaciones del relieve generado por la intensa erosión durante el largo hiato post-ensenadense (130/250? ka a 650? ka) y labrado sobre sedimentos ensenadenses aflorantes que, profundamente erodados por una red de carcavamiento madura, ofrecían un paisaje comparable a *bad lands*. Este microrelieve será totalmente colmatado por loess durante el periodo de depositación de la Secuencia LR y accesoriamente durante la Secuencia LVs, entre 30 ka AP y 13 ka AP. Se deduce de los afloramientos que la desactivación del sistema fluvial LR dejó una superficie de fondo de valle con irregularidades microtopográficas importantes, en función de la ubicación de los complejos acrecionales como positivos y las zonas de interbarras como negativos produciendo depocentros locales, lo que explica la fuerte variabilidad de espesores de la Secuencia LVs en reducidas distancias. Estos depocentros fueron heredados también en parte por la Secuencia La Plata, o "platense", que los colmatará en su totalidad (Toledo 2008c).

Edad (Cuadro 1): Las características paleoambientales, sistemas fluviales loessoides de alta energía, hacen que se conserven raramente niveles con materia orgánica y moluscos como en las secuencias encajantes. Las dataciones se basan fundamentalmente en OSL, más la edad limitante de las secuencias infra y suprayacentes, y las correlaciones con curvas isotópicas y de polvo en hielos antárticos (Petit *et al.* 1999). El conglomerado basal arrojó una edad OSL de ~30 ka AP en la localidad de Jáuregui (Arroyo Muñiz) y limos equivalentes a nivel del pelo de agua, a 3.8 metros de profundidad, en el arroyo Frías arrojaron una edad OSL entre 30 y 34 ka AP (Schwenninger, in Toledo 2009 b). La base de la secuencia suprayacente (LVs), sella la Secuencia LR con edad mínima a 15,1 ka C¹⁴ AP en Salto. Los datos disponibles permiten acotar así el inicio de la incisión hacia ~30 ka, originada por

la caída del nivel de base causada por el avance glacial patagónico Llanquihue II/Nahuel Huapi II, y terminando hacia ~17/16 ka AP con el inicio del avance Llanquihue III (edad de avances en Coronato *et al.* 1999). Corresponde en otras áreas a lo que se ha llamado Miembro Guerrero marrón o castaño. En el paraje La Chumbiada del río Salado, Dillon y Rabassa (1985) reconocen en la base de las barrancas una secuencia fluvial rojiza apoyando en discordancia sobre sedimentos bonaerenses que pasa transicionalmente al techo a los limos verdes del Miembro Guerrero. Estos autores la asignan a la caída del nivel de base de la última glaciación. Se correlacionan con la Secuencia Luján Rojo si se confirma una edad equivalente, aunque por su posición y facies en la localidad tipo podría también corresponder a los depósitos del OIS 4 (Secuencia BA III). En paleovalles de la provincia de Entre Ríos constituye la facies aluvial de la Formación Tezanos Pinto, datada en 32 ka (Kröhling *et al.* 2010). En los interfluvios se correlaciona con el loess amarillo de Burekhardt (1907) y con la sección pleistocena de la Formación La Postera I (Fidalgo 1991, Dangavs 2005, 2008). En la pampa norte Iriondo y García (1993) e Iriondo y Kröhling (1995) registraron para este intervalo una importante removilización detrítica con formación de campos de dunas y una faja de loess periférica que produjo, según estos autores, cegamientos de cauces y fajas fluviales del OIS 3. Recientemente Tripaldi y Forman (2007) datan por OSL una reactivación significativa del campo de dunas de San Luis en 25 y 27 ka AP. La posible confusión estratigráfica que resulta de asignar los depósitos de esta secuencia al Bonaerense cuando posee espesores entre dos y cuatro metros y se presenta de forma masiva, tiene consecuencias importantes cuando se estudian las faunas locales y agregados faunísticos de un grupo de afloramientos. Los sedimentos de la Secuencia LR tiene edades entre 17 y 30 ka y se depositaron en condiciones frías y áridas mientras que la mayor parte los depósitos bonaerenses se depositaron

en el OIS 5 con climas relativamente más benignos. Las diferenciaciones fenográficas obtenidas pueden estar indicando en este caso, variaciones ambientales más que cronológicas. Un indicio de que esto puede ocurrir en algunos análisis recientes (Pardinas y Lezcano 1995, Gelfo *et al.*, 1999, Soilbelzon *et al.* 1999 y Pardiñas *et al.* 1995) es que se respetan las atribuciones estratigráficas de Bonaparte (1958: 6), atribuciones que deben actualizarse ya que el análisis de los afloramientos que aquí se presenta permite inferir que los sedimentos verdosos, psefiticos a arcillolimosos aflorantes en la base de las barrancas del río Luján, Salto y Reconquista pertenecen al Lujanense o Secuencia LVi y no al "Bonaerense lacustre" (Toledo 2005, 2008b). El hallazgo de anseriformes (*Chloephaga* sp.) en esta secuencia en las cercanías de Salto (Ramírez J.L., *com. pers.*) y descritas por Degrange *et al.* (2006) como extraídas del "Bonaerense", es otro claro ejemplo de otro indicador faunístico de clima frío, como *Lama gracilis* (Ramírez J.L., *com. pers.*) extraído del mismo nivel y afloramiento, que caracterizan en pampa al pleniglacial del OIS 2 (Toledo 2008c). Se propone la denominación litoestratigráfica de Miembro La Eloisa de la Formación Luján aquí redefinida con estratotipo compuesto por la sección de la margen derecha de río Arrecifes, agua abajo del puente a La Eloisa (34°4'33,26"S - 59°53'40,93"O) para su límite inferior y la sección de la margen derecha del mismo río, entre la confluencia del Arroyo El Burro y el puente de la ruta 32 (34°16'18,31"S - 60°14'11,18"O) para su límite superior.

Secuencia Depositional Lujanense Verde Superior (LVs), 16/17-13 ka AP

Como las secuencias precedentes, representa un evento de erosión y agradación fluvial que comienza con conglomerados de residuo de canal de calcretes rodados tamaño grava a grava fina, arenosas, depositadas sobre superficies de erosión labradas en el "Lujanense rojo" (Fig. 8a, b). Se acomoda en la topografía heredada de las grandes barras de canal de la Secuen-

CUADRO 1: Dataciones C¹⁴ (Toledo 2009) y OSL (Schewenninger 2009).

Localidad	Nivel	Código lab.	Método datado	Material	Edad	±1σ	C ¹³ /C ¹²	C ¹⁴ Cal. 1σ CALIB51	Cal. 1σ e.r.@1000 CALIB51/OSL
Secuencia Depositional Areco (SA)									
Paradero Cañada de Rocha 34°30'51,41"S - 59° 8'42,14"O	MNLP colec. Ameghino 677	Beta-220693	AMS	<i>Lama sp.</i> <i>escapula</i>	540	40	-16,8 ‰	510 - 560	511 - 560
Paradero Cañada de Rocha	MNLP colec. Ameghino 13033	Beta-220695	AMS	<i>Lama sp.</i> <i>metapodio</i>	560	40	-17,3 ‰	520 - 640	521 - 640
Sitio Río Lujan 34°17'06,37"S - 58° 53'05,00"O	MCNM colec. Petrochelli	Beta-220780	AMS	<i>Homo sapiens</i> <i>húmero</i> ♂	650	40	-21,2 ‰	670 - 550	670 - 550
Puente Castex, Río Areco 34° 8'38,15"S - 59°16'7,69"O	Nivel orgánico	Beta-243056	AMS	sedimento	1.030	40	-19,2 ‰	910 - 1 050	910 - 1.050
Cantera La Victoria 34°51'10,95"S - 58°37'14,66"O	Nivel orgánico	Beta-243054	AMS	sedimento	1.560	40	-20,6 ‰	1 360 - 1 540	1.360 - 1.540
Puente Castex, Río Areco 34° 8'38,15"S - 59°16'7,69"O	Nivel orgánico	Beta-254934	AMS	sedimento	2.220	40	-21,6 ‰	2 340 - 2 130	2.340 - 2.130
Puente Castex, Río Areco 34° 8'38,15"S - 59°16'7,69"O	Nivel orgánico	Beta-244290	AMS	sedimento	2.550	41	-19,2 ‰	2 500 - 2 750	2.500 - 2.750
Secuencia Depositional La Plata (LP)									
Molino Bancalari, Río Luján 34°34'11,18"S - 59° 7'32,41"O	Nivel orgánico con <i>Pomacea sp.</i>	Beta-204604	AMS	<i>Pomacea sp.</i>	3.350	50	-9,7 ‰	3.677 - 3.485	-
Pte. De LasTropas, Río Luján 34°34'25,37"S - 59° 7'40,35"O	Base nivel orgánico sobre margas «Platenses»	Beta-254923	AMS	materia orgánica sedimento	4.130	40	-15,7 ‰	4.830 - 4.520	4.830 - 4.520
Río Luján, Pilar, Los Cerrillos 34°27'40,42"S - 58°59'5,65"O	Base « Platense » sobre arcillas estuaricas	AC-1689	Rad	<i>Pomacea sp.</i>	4.600	350	-20,1 ‰	5.709 - 4.831	4.409 - 3.484
Puente Castex, Río Areco 34° 8'52,03"S - 59°16'34,75"O	Techo arcillas estuaricas	Beta-251795	AMS	<i>Heleobia sp.</i>	5.400	40	-6,6 ‰	6.120 - 6.290	5.038 - 4.876
Río Luján, García (FFCC DFS) 34°41'39,03"S - 59°32'1,09"O	Base «Platense negro» (MN)	Beta-243055	AMS	materia orgánica sedimento	8.020	50	-17,6 ‰	8.950 - 9.008	8.950 - 9.008
Jáuregui, Club El Timon 34°35'31,21"S - 59°11'9,40"O	Base margas « Platenses»,	X2727	OSL	sedimento	8.120	950	-	7.170 - 9.070	7.170 - 9.070
Ayo. Frías. Mercedes 34°37'3,11"S - 59°25'39,00"O	Base «Platense negro» (MN)	Beta-243053	AMS	materia orgánica sedimento	8.210	50	-19,1 ‰	9 090 - 9.262	9.090 - 9.262
Río Salto y Canal del Norte 34°17'55,66"S - 60°17'22,10"O	Base «Platense Blanco»	Beta-245904	AMS	materia organica sedimento	8.130	50	-22,2 ‰	9.009 - 9.094	9.009 - 9.094
Río Salto y Canal del Norte idem	Techo « Platense negro »	Beta-251796	AMS	materia orgánica sedimento	8.250	50	-21,2 ‰	9.128 - 9.303	9.128 - 9.303
Río Salto y Canal del Norte idem	Base « Platense Blanco »	Beta-228142	AMS	<i>Heleobia sp.</i>	9.740	40	-5,9 ‰	11.166 - 11.221	9.601 - 9.777
Río Salto y Canal del Norte idem	Techo «Platense negro»	Beta-228143	AMS	<i>Heleobia sp.</i>	10.300	40	-6,2 ‰	11.995 - 12.151	10.485 -10.570
Río Luján, Luján. Azpeitia 34°33'1,65"S - 59° 6'59,67"O	Base «Platense negro» (MN)	Beta-201640	AMS	<i>Heleobia sp.</i>	10.730	70	-5,0 ‰	12.730 - 12.837	11.091 - 11.236
Río Salto y Pte. Canal del Norte 34°17'55,66"S - 60°17'22,10"O	Base « Platense negro » (MN)	Beta-212335	AMS	<i>Heleobia sp.</i>	11.490	60	-5,0 ‰	13.277 - 13.389	12.383 - 12641
Secuencia Depositional Lujan Verde Superior (LVs)									
Río Salado, La Cascada 35°55'32,69"S - 57°44'20,65"O	Techo Luján Verde sup.	Beta-276622	AMS	<i>Heleobia sp.</i>	11.580	70	-6 ‰	13.490 - 13.313	12.770 - 12403
Arroyo Tapalque, Laborde 37° 0'35,60"S - 60°23'8,04"O	Techo Luján Verde sup.	X3565	OSL	sedimento	12.120	2 100	--	14.220 - 10.020	14.220 - 10020
Río Salto y Canal del Norte 34°17'55,66"S - 60°17'22,10"O	Base Luján Verde sup.	OXA-15306	AMS	<i>Heleobia sp.</i>	13.865	55	-2,6 ‰	16.313 - 16.718	15.049 - 15303
Secuencia Depositional Lujan Rojo (LR)									
Arroyo Frías, excav. Ameghino 34°36'53,12"S - 59°25'30,78"O	LR, nivel agua, Paradero I	X2726	OSL	sedimento	32.360	2 150		34.510 - 30.210	34510 - 30.210
Jáuregui, Arroyo Muñiz 34°34'54,39"S - 59°10'17,52"O	Base LR	X2951	OSL	sedimento	29.650	3 000		32.650 - 26.650	32.650 - 26.650

Continúa Cuadro 1

Localidad	Nivel	Código lab.	Método datado	Material	Edad	$\pm 1\sigma$	C^{13}/C^{12}	C^{14} Cal. 1 σ CALIB51	Cal. 1 σ e.r.@1000 CALIB51/OSL
Río Arrecifes y Pte. A la Eloisa 34° 4'33,26"S - 59°53'40,93"O	Techo Luján Verde Inf.	Beta-228141	AMS	<i>Heleobia</i> sp.	28.960	280	-6,5 ‰	34.368	33.323
Jáuregui. Arroyo Muñiz 34°34'54,39"S - 59°10'17,52"O	Techo Luján Verde Inf.	LP- 1537	Rad	<i>Diplodon lujanensis</i>	> 32.000	1.400	n/a	--	> 30.000
Jáuregui. Arroyo Muñiz idem	Base Luján Verde Inf.	OXA-15821	AMS	<i>Heleobia</i> sp.	44.250	450	-8,7 ‰	48.383	47.546
Jáuregui. Arroyo Muñiz idem	Base Luján Verde Inf.	Beta-198443	Rad	<i>Diplodon lujanensis</i>	> 40.900	n/a	-11,6 ‰	--	> 40.900
Jáuregui. Arroyo Muñiz idem	Base Luján Verde Inf.	LP- 1505	Rad	<i>Diplodon lujanensis</i>	> 40.000	n/a	n/a	--	> 40.900
Jáuregui. Arroyo Muñiz idem	Base Luján Verde Inf.	X2424	OSL	sedimento	38.600	5.100	-	33.500 - 43.700	33.500 - 43.700
Arroyo Cañete. Arrecifes 34° 3'35,42"S - 60° 8'28,69"O	Base Luján Verde Inf.	Beta-242038	AMS	<i>Neocurbicula</i> sp.	38.390	930	-10,0 ‰	--	> 37.000
Río Arrecifes et Pte. RP N° 51 34° 4'56,17"S - 60° 5'40,93"O	Base Luján Verde Inf.	Beta-242039	AMS	<i>Diplodon lujanensis</i>	46.500	2.330	-7,3 ‰	--	> 44.000
Jáuregui, Zanjón Zabaleta 34°34'36,44"S - 59° 9'51,23"O	Base Luján Verde Inf.	Zzabaletamau	ESR	<i>Macrauchenia</i> sp.	45.400	4.000	-	41.400-49.400	41.400-49.400
Secuencia Depositional Buenos Aires III (Bs As III)									
Jáuregui. Arroyo Muñiz 34°34'54,39"S - 59°10'17,52"O	Seq. Bs. As. fluvial	X2425	OSL	sedimento	72.500	10.100	--	82.600 - 62.400	82.600 - 62.400
Jáuregui, Zanjón Zabaleta 34°34'36,44"S - 59° 9'51,23"O	Seq. Bs. As. fluvial	X3273	OSL	sedimento	67.000	5.950	--	61.050 - 72.950	61.050 - 72.950
Secuencia Depositional Belgrano (Bel)									
Pilar, Frigorífico Amancay 34°27'4,01"S - 58°57'42,01"O	SD Bs. As. I ?	Beta-242042	AMS	<i>Ostrea</i> sp.	42.080	1.380	-5,3 ‰	--	>> 42.080

cia LR. Los conglomerados basales son lenticulares, de espesor decimétrico y gradan a arenas muy finas limosas y limos arcillosos masivos, verdes oliva pálido en húmedo (5Y 6/3) y amarillo pálido en seco (2.5 Y 8/2). Este límite muestra un aspecto transicional al techo por edafización hidromórfica en áreas marginales o terminan abruptamente en la discordancia post-lujanense resultado del hiato post-lujanense de Ameghino (1908). Representa el fin del Pleistoceno en la región pampeana y de los ecosistemas lujanenses con la extinción de la megafauna. Corresponde a la capa 3 de Ameghino (1881 a) y a la 5 de Ameghino (1884). Aflora en los ríos y arroyos de toda la provincia de Buenos Aires, bajo los depósitos holocenos o Platense y es ampliamente conocida como Miembro Guerrero (Fidalgo 1973b) "verde" o "superior". En particular para el área de Luján los afloramientos son pequeños y saltuarios a causa de las transformaciones antrópicas o cobertura arbórea del tercio superior de las ba-

rancas, situación que mejora entre Mercedes y García. Por ello se completo el estudio de esta secuencia con el estudio de los excelentes afloramientos de los alrededores de Salto. La revisión de la abundante bibliografía respecto a sus facies, dataciones y contenido paleontológico existente para el área al sur del Río Salado, excede al objetivo de este trabajo.

Edad: Este es el nivel más estudiado de todos los depósitos Lujanenses y también el más datado, ya que aflora en la barranca de casi todos los ríos bonaerenses y se reconoce por su típico color verde oliva (Carbonari *et al.* 2003, Tonni *et al.* 2003, Zancheta 1995). Corresponde al Miembro Guerrero verde de numerosos autores que la estudiaron en la cuenca del Saldo y, principalmente, en el área interserrana. Orgeira *et al.* (2001) proponen un inicio de la depositación hacia 16 ka AP. para el Miembro Guerrero "verde" a partir de consideraciones paleoclimáticas globales. El conglomerado basal se dató por AMS en ejemplares de *Heleobia* sp. extra-

ídos en la localidad de Salto arrojando 16,3-16,7 cal C^{14} AP (34°17'55,66"S - 60° 17'22,10"O). El techo queda acotado por las numerosas dataciones de los niveles ricos en materia orgánica o mantos negros que los sellan en Luján, Mercedes y Salto (Cuadro 1) y una datación AMS proveniente del paraje La Cascada en el río Salado (35°55'32,69"S - 57°44'20,65" O), área de la sección tipo del Miembro Guerrero, donde una muestra de *Heleobia* sp. arrojó 13,5-13,3 ka cal C^{14} AP. Tres dataciones de un maxilar inferior de *Toxodon* sp. conservado bajo en código PAM 1 en el Museo Nacional de Historia Natural de París (MNHN) proveniente de la zona pampeana y que aun conserva restos de limos verdosos similares a los de la Secuencia LVs, arrojaron edades AMS sobre colágeno de 13,2 cal C^{14} AP. Probablemente el tope de la Secuencia LVs se encuentre entre 12,8 y 13 ka AP teniendo en cuenta los datos de diversos valles pero el rango de error de las dataciones no permiten por el momento aco-

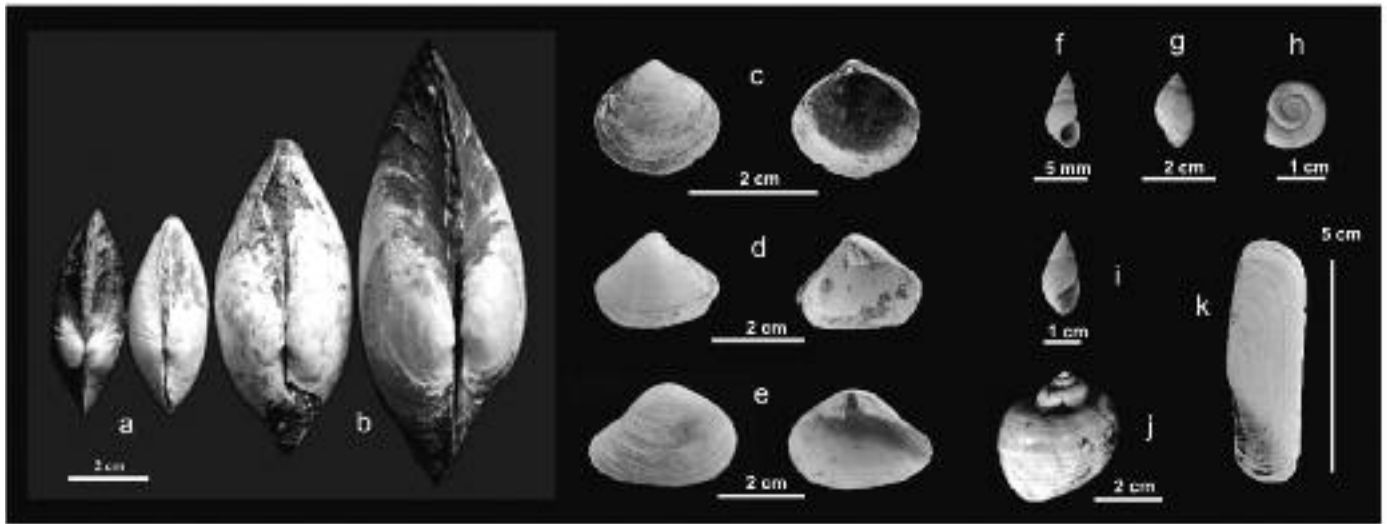


Figura 9: Ejemplares de moluscos fósiles característicos de los ambientes fluviales, palustres-lacustres y estuáricos de las secuencias Luján y La Plata. Pares de *Diplodon lujanensis* (a) y *Anodonta* sp. (b) (Unionidea) actuales y fósiles; c) *Corbicula* sp.; d) *Macraea* sp.; e) *Erodona mactrioides*; f) *Heleobia* sp.; g) *Physa* sp.; h) *Biophalaria peregrina*; i) *Bulimus* sp.; j) *Pomacea* sp.; k) *Tagelus plebeius*.

tarlo mejor en pampa. La edad de 8 ka AP propuesta por Fucks *et al.* (2007) a partir de una sola muestra, probablemente contaminada o intrusiva, es inconsistente con decenas de dataciones regionales de diversos autores para la base del holoceno. Fuera del área que nos ocupa en este trabajo obtuvimos un fechado OSL del nivel terminal de la SLVs, fuertemente meteorizado y bioturbado equivalente al nivel arqueológico del sitio Laborde (Messineo 2008) de $12,1 \pm 2,1$ AP en un afluente del arroyo Tapalqué ($37^{\circ}0'35,60''S - 60^{\circ}23'8,04''O$) a pocos metros del sitio citado (Scheweninnger 2009, in Toledo 2009b). Concluimos que los fechados C^{14} del techo de la SLVs están frecuentemente contaminados por la bioturbación de comunidades hidrófilas del holoceno basal que percolaron materia orgánica más joven en capas pleistocenas, y así, se rejuvenece en 2 a 4 ka el material arqueofaunístico allí yacente (Toledo 2009b, 2010b). En consecuencia se considera que no se puede inferir una supervivencia de la megafauna en el holoceno como sugieren Politis y Messineo (2008). El análisis del historial de las dataciones del sitio arqueológico Arroyo Seco ilustra una posible situación comparable, donde de una primera edad holoceno basal, se corrigió a una edad pleisto-

cena terminal, a medida que se dispuso de numerosas dataciones.

Condiciones ambientales: La discordancia y conglomerado basal se correlaciona con el periodo frío y seco del hemisferio norte *Older Dryas* y evento Heinrich 1, y con el descenso del nivel de base del avance tardiglacial patagónico de Llanquihue III. Los sedimentos verdosos, fluvio-palustres, agradacionales se asocian al mejoramiento del *Bolling-Alleroid* del hemisferio norte. Representan el inicio de la terminación I con características interestadales comparables al OIS 3 pero de corta duración ya que el mejoramiento climático sostenido alcanza condiciones holocenas pocos milenios después. Coincide con el “*mystery interval*” de Denton *et al.* (2006). En algunos afloramientos se observa concreciones de calcita y/o rosetas de yeso hacia el techo que indicarían un probable cambio en la estacionalidad hacia condiciones más secas. En el hemisferio norte se registra un evento seco contemporáneo denominado *Clovis drought period* (Haynes *et al.* 1999)

Prado *et al.* (1987) analizan la fauna local de Paso Otero del área interserrana y comparan el contenido fósil del sector verde (Miembro Guerrero, LVs) y el sector inferior de dicho miembro de coloración parda (Miembro La Chumbiada, LR). Ob-

servan que los herbívoros ramonadores disminuyen hacia el sector verde, así como también disminuye *Lama vicugna* y aumenta *Equus*. Los megaherbívoros (*Toxodon platensis*, *Macrauchenia pataconica* y *Megatherium americanum*) solo los encuentran en el sector verde superior. Esto podría estar evidenciando el pasaje de estepas áridas y muy frías del pleniglacial (LR) a estepas con mayor cobertura herbácea, semiáridas y menos frías, inmediatamente posteriores al pleniglacial. Tonni y Cione (1995) y Tonni *et al.* (1999) confirman también asociaciones de mamíferos diferentes para cada miembro, aunque los trabajos citados correlacionan el Miembro Guerrero verde con el pleniglacial. Las dataciones que aquí se presentan muestran que dicho miembro representa el periodo de 13 a 17 ka AP inmediatamente posteriores al LGM. Prado y Alberdi (1999) proponen sin embargo, condiciones húmedas y cálidas para el Miembro La Chumbiada al que correlacionan, sin un criterio en particular, con el intervalo Sangamon (130-115 ka AP). Iriondo y Kröhlhing (1995) datan eventos pedogenéticos con formación de calcretes hacia 15-16 ka AP. Ello implicaría la existencia de un clima semiárido a subhúmedo con precipitaciones suficientes para producir la removilización de carbonatos

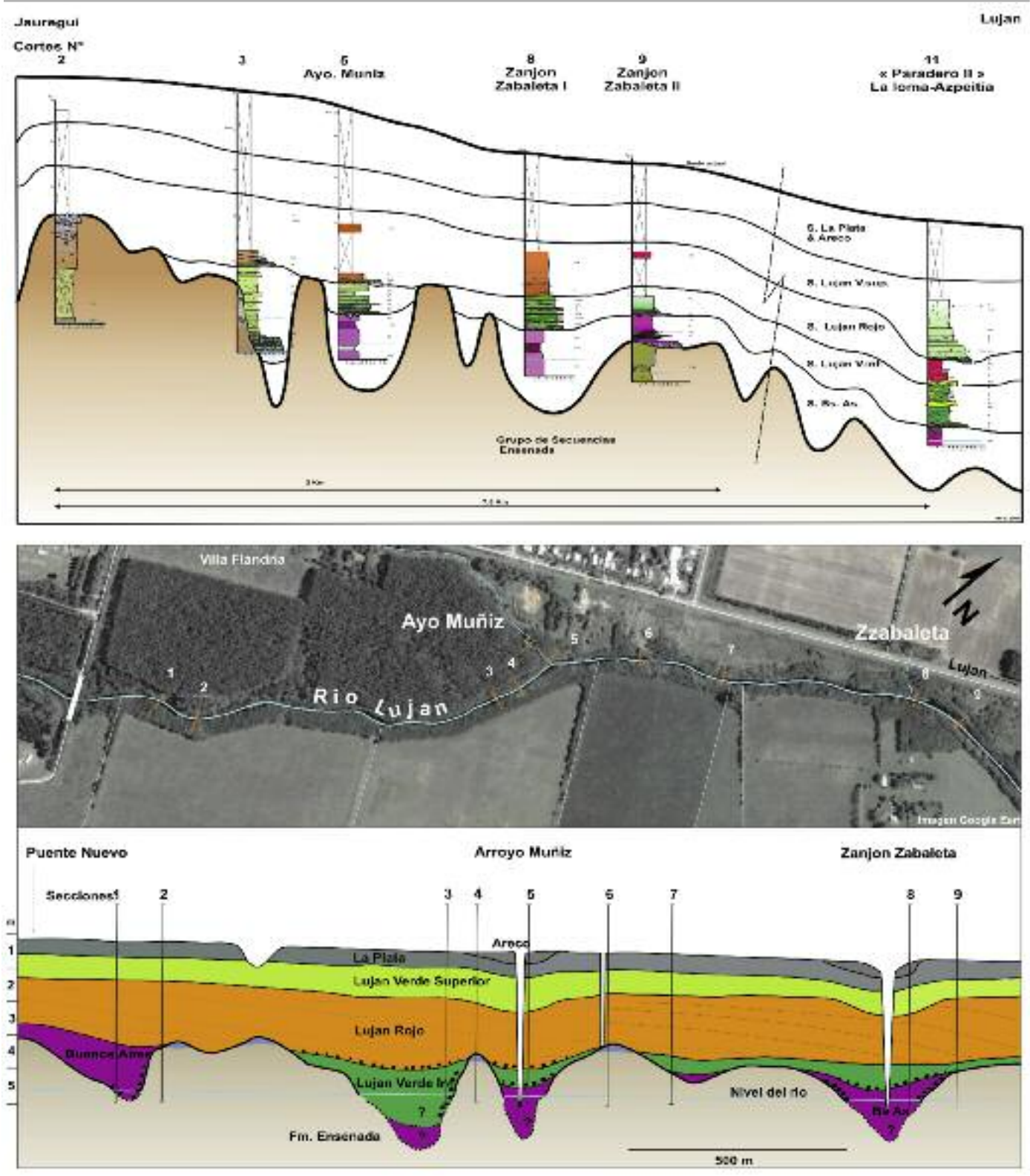


Figura 10: Cortes seriados entre Puente Nuevo, Arroyo Muñiz y Zanjon Zabaleta (Jauregui); y Azpeitia (Luján). Obsérvese la geometría Depositional de las Secuencias y de los valles de paleofluentes heredados. Trayecto explorado por Muñiz, Ameghino, Beniamino, Rovereto, y Mignone entre otros.

del suelo pero lo suficientemente árido como para permitir procesos de disipación de dunas previas sin formación importante de suelo. La edafización profunda que sufrió el techo de la Secuencia LVs entre 10 k y 13

ka obliteró la discordancia que la separa de la Secuencia La Plata por erosión, fragmentación y expulsión edáfica. Esto, más la percolación de coloides, limos y arcillas ricos en materia orgánica hacen que los decímetros terminales de los limos verdosos de la Secuencia LVs tomen tonalidades más oscuras, sean menos compactos y se asimilen, erróneamente a la base de los sedimentos platenses o Miembro Río Salado con importantes consecuencias geoarqueológicas (Toledo 2010b).

El límite Pleistoceno-Holoceno: El “Suelo Puesto Callejón Viejo” (SPCV) y los mantos negros

Fidalgo *et al.* (1973a y b) describen un suelo al techo del “Lujanense verde” o, Miembro Guerrero. Este suelo lo definen en dos contextos diferentes del valle inferior del río Salado. La sección considerada tipo, y donde toma el nombre, se encuentra en el dominio de las antiguas planicies de marea holocenas, hoy disectadas por el río Salado y el canal artificial 15. Los autores dicen:

“Esta unidad edafoestratigráfica ha sido observada unos trescientos metros aguas abajo del Puente de Pascua en la margen derecha del Canal 15. Tiene un espesor aproximado de 40 cm y está constituido fundamentalmente por un limo arcilloso de color gris muy oscuro a negro, con elevada proporción de materia orgánica.[...]”

“También consideramos correspondiente a esta unidad el suelo desarrollado sobre el miembro inferior de la Formación Luján que presenta características macroscópicas similares al anterior, aunque con apariencias de haber sufrido acciones hidromórficas. Su distribución es más amplia y se lo observa con frecuencia en las barrancas actuales del río Salado...” “...El Suelo Puesto Callejón Viejo lo consideramos por ahora como única unidad, aunque no tenemos mayores argumentos para ello ya que también puede pertenecer a dos unidades edafoestratigráficas distintas.” (Fidalgo *et al.* 1973a: 233-234).

Posteriormente (Figini *et al.* 1991: 246) extienden la definición del SPCV para niveles orgánicos yacentes sobre el Miembro Guerrero para valles medios en pampa y que definen como de tipo chernozoide.

Años más tarde Figini *et al.* (2003) datan uno de estos suelos en la localidad tipo aguas arriba del puente de Pascua en el río Salado frente al mismo Puesto Callejón Viejo, en < 5 ka C¹⁴ AP a partir *Tage-lus* sp. en posición de vida entre 5,6 y 5,8 ka C¹⁴ AP. De ello se deduce que en la sección tipo de Fidalgo *et al.* (1973a), como fue interpretada por Figini *et al.* (2003), el suelo con acciones hidromórficas de las barrancas del río Salado es en realidad un depósito de albufera de la transgresión del Holoceno medio con invasión del techo del Miembro Guerrero por bivalvos *Psammobiidae* excavadores. Hemos datado el techo de este miembro en dicho sitio, paraje La Cascada (35°55' 32,69"S - 57°44'20,65"O) en 13,4 ka C¹⁴ cal AP (Cuadro 1), confirmando que los limos verdosos corresponden bien a la Secuencia LVs o Miembro Guerrero y no a limos estuáricos existentes en el área, más recientes, de igual coloración. Actualmente esta denominación, SPCV, es ampliamente usada tanto para los niveles orgánicos, palustres a lacustres, que sellan el Miembro Guerrero como para los decímetros terminales edafizados del mismo con numerosas edades alrededor de 10 ka C¹⁴ AP. Por lo cual esta denominación es impropia si el nivel originalmente descrito agua abajo del Canal 15 es de edad Holoceno medio, en dicho caso debería otorgársele un nuevo nombre, en coherencia con los antecedentes descriptos Tonni *et al.* (2001) quienes lo denominan “suelo sin nombre”. Fidalgo *et al.* (1973b) lo describen también en el Río Salado frente a la localidad de Guerrero. Allí observa un horizonte Bt con poca materia orgánica desarrollado sobre los limos verdosos del Miembro Guerrero: “Las características principales fueron descritas en Fidalgo *et al.* (1972b) [aquí Fidalgo *et al.* (1973 a)], aunque debemos destacar que existe cierta diferencia en las características que posee el Suelo Puesto Callejón Viejo en esta zona. Aquí no se observa un pronunciado contenido de materia orgánica que en la zona vecina confería una coloración gris oscura a negruzca en húmedo; ya que en esta zona está representado solamente por un típico horizonte B textural...” (Fidalgo *et*

al. 1973a: 35).

En conclusión Fidalgo *et al.* (1973a y b) exponen resultados preliminares, sin dataciones, de observaciones que no fueron completadas posteriormente y llevaron a confundir dos horizontes orgánicos, no necesariamente verdaderos suelos y no contemporáneos. Queda por analizar en detalle la estratigrafía, edad y engranaje de facies en las barrancas del río Salado y Canal 15 en Guerrero, Puente de Pascua y Puesto Callejón Viejo para determinar si la denominación PCV es apropiada para los niveles orgánicos de 10 a 12 ka AP. En todo caso no debe incluirse en un solo evento pedogenético los depósitos que, si bien presentan características texturales y de color semejantes, responden a dos eventos deposicionales diferentes y anacrónicos: uno, a depósitos palustres-lacustres de 10 a 12,5 ka AP y el otro a depósitos de albufera de 7 a 6 ka AP. Que ambos eventos se amalgamen en interfluvios en la cobertura húmica actual, y el inferior, si existente, haya sido obliterado por la generación posterior del horizonte Bt, no significa que pertenecen a un mismo evento de estabilización o pedogenético como lo propusieron Figini *et al.* (1995), Blasi *et al.* (2008), Prieto *et al.* (2009) y Vilanova *et al.* (2006). En los valles inferiores las facies orgánicas de albufera las datamos en 7,9-7,7 ka C¹⁴ cal AP sobre materia orgánica de sedimento en la desembocadura del Quequén Salado (38° 53'30,06"S - 60°31'20,80"O), edades que se suman a las obtenidas por Fidalgo (1975) y Figini *et al.* (1995) en el Salado inferior, y Prieto *et al.* (2006, 2009) en Claromecó. Debe ser tenida en cuenta la posible amalgamación de ambos niveles oscuros durante el avance de albuferas y estuarios transgresivos en los valles inferiores, con percolación de materia orgánica desde el nivel superior. Teniendo en cuenta lo conspicuo de los niveles más antiguos (~ 9-10 ka C¹⁴ AP) en todos los valles medios a superiores y su importante significación ambiental los hemos reunido bajo la denominación de mantos negros (*black mats*) (Toledo 2008b, 2009b, 2010b), cuya singular significación

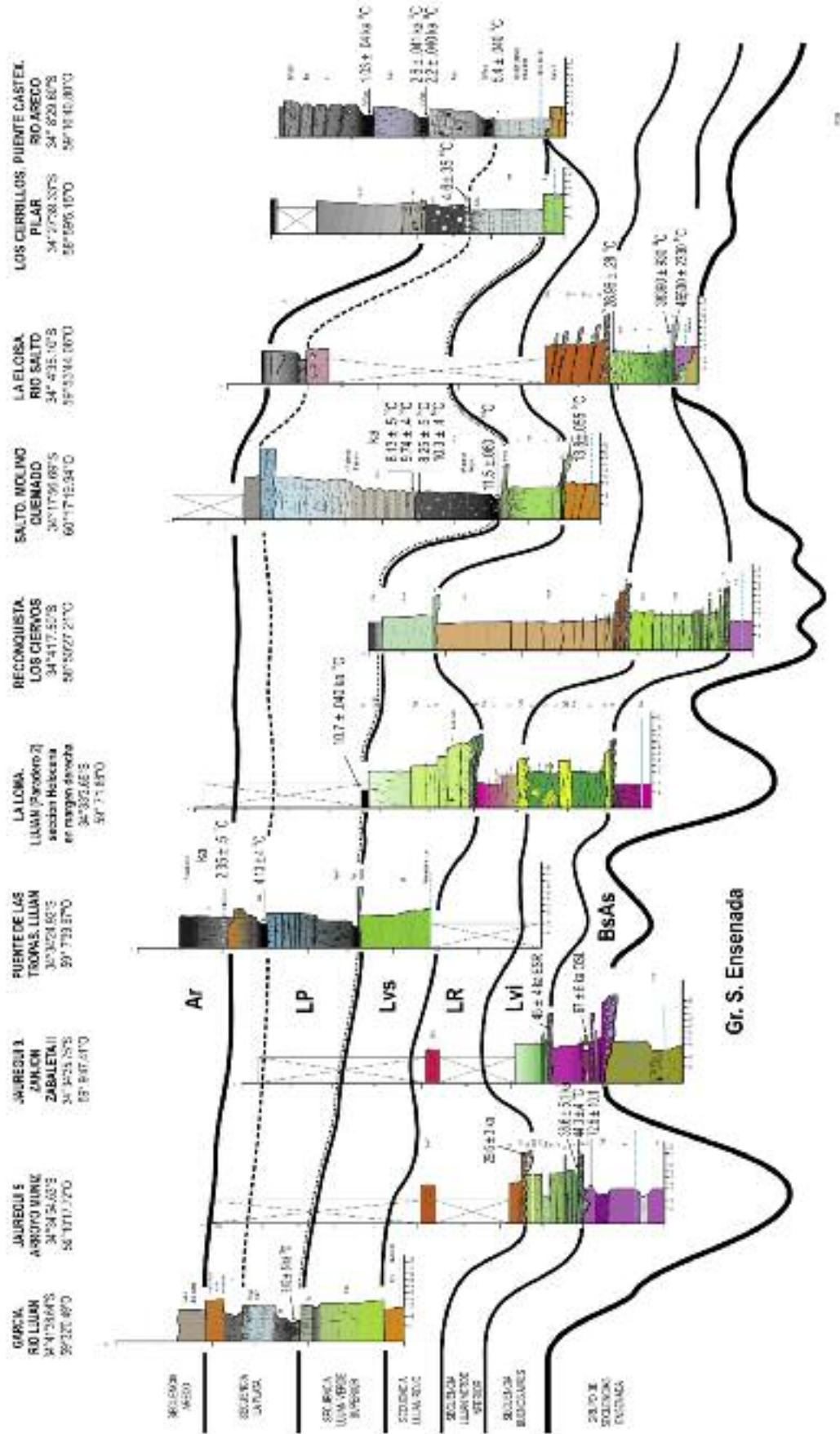


Figura 11: Sección tipo compuesta (Luján) y cortes estratigráficos de control en los valles de Luján, Reconquista, Areco y Salto. Las líneas representan solo correlaciones, no relaciones geométricas de secuencias. Sin escala horizontal.

climática y geoarqueológica ya fuera señalada por Rex González (1960) a partir de los trabajos de Montes (1957). Los mantos negros caracterizan así la transición Holoceno-Pleistoceno en los valles de la llanuras y sierras pampeanas señalando el fin de los sistemas ecológicos lujanenses, las extinciones faunísticas entre 13 y 12 ka AP y los cambios poblacionales consecuentes (Fig. 8d, f).

Las facies de centro de valle son arcillas y limos lacustres de color gris oscuro a negro en húmedo, laminados, con abundante restos de moluscos y diatomeas y alto contenido de materia orgánica. Gradan lateralmente a facies de planicie de inundación y de laterales de valle constituidos por arcillas y limos oscuros plásticos, palustres, desprovistos de moluscos fósiles, y suelos hidromórficos con conspicua estructuración edáfica en pequeños bloques (Fig. 8c). El análisis de facies permite definir disipación y erosión de las facies verdosas lujanenses y transgresión sucesiva de ambientes hidromórficos, palustres y lacustres, pudiendo presentar una superficie de *ravinement* lacustre, con sábulos de calcrete. Cada una de estos ambientes se disponían en forma concéntrica respecto al centro lacustre, y al expandirse hacían superponer la impronta de bioturbaciones de cada comunidad propia, así en una secuencia ideal se sucedieron en un mismo sitio comunidades de *Cortadera selloana*, poáceas hidrófilas, *Typha* sp. y *Scirpus* sp. a medida que avanzaba la transgresión lacustre. La percolación de materia orgánica en el techo del Miembro Guerrero o “Lujanense verde superior” facilitada por esta intensa bioturbación modificó las características de color y textura de los decímetros cuspidales y así son descriptos como un nivel holoceno basal independiente (e.g. Politis y Messineo 2008) rejuveneciendo en distinto grado los sitios Laborde, Otero 5 y posiblemente también el sitio La Moderna (Toledo 2010b). Ameghino no describió este nivel en particular y parece nunca haberlo individualizado en su “lacustre postpampeano” o Piso Platense. Frenguelli (1920) es el primero en descri-

birlo en el área de Luján. Los mantos negros se corresponden con el “estrato negro” de Montes (1955), el nivel “turbo-so” de Frenguelli (1920) y las capas “ricas en materia orgánica” de Tonni (1992). Por correlación corresponde al paleosuelo Callejón Puesto Viejo en su definición de uso, impropia como evidenciado por Tonni *et al.* (2001) quien denomina entonces al nivel oscuro en el límite Pleistoceno-Holoceno como “suelo sin nombre”, y ubica el SPCV hacia 6 ka C¹⁴ AP. Toledo (2005) pone en evidencia explícitamente esta incoherencia nomenclatural, que retoma Blasi *et al.* (2009) sin citar estos análisis previos. De todo esto se deduce que los denominados paleosuelos o geosuelos del límite Pleistoceno-Holoceno pampeano no poseen una sección tipo definida.

Edad (Cuadro 1): En el río Luján y Arrecifes la base de las facies palustres de centro de valle arrojan edades de 10,7 ka y 11,5 ka C¹⁴ no cal. AP respectivamente, mientras que la materia orgánica de niveles edafizados se dató en arroyo Frías en 9,1 ka ¹⁴C cal. AP, edad que se considera mínima. El límite superior con las facies grisáceas del platense “blanco” (Fig. 1) se data en 10 ka C¹⁴ cal. AP en Salto (34°17'42,20"S - 60°17'29,25"O). Sobre esta base se datan entonces los mantos negros entre 13 AP y 10 ka AP. Numerosas dataciones, análisis palinológicos y sedimentarios han sido realizadas por diversos autores en Buenos Aires y otras provincias, quienes destacan la instalación de condiciones húmedas, proliferación de cuerpos lacustres y palustres y el remplazo de comunidades de estepa psamófilas, halófilas y xéricas por poaceas, fungi y comunidades hidrófilas (Prieto *et al.* 1994, 1996, 2004, 2009, Borromei 1995, Quatrochio y Borromei 1998, Zárate 1995, 2000, Zavala y Quatrochio 2001, Borel *et al.* 2001, Zech *et al.* 2009, Martínez y Osterrieth 2003, Holliday *et al.* 2003, Johnson 1998, Bonadonna *et al.* 1995, 1999, entre otros). Recientemente obtuvimos una datación AMS para los mantos negros del Quequén Salado (38°44'21,57"S - 60°34'5,33"O) en fracción orgánica del

sedimento, de 11,3 ky cal C¹⁴ AP. Para el área de Luján Prieto *et al.* (2004) aportaron las primeras dataciones del “Platense” basal en el Puente de las Tropas (34°34'25,37"S - 59°7'40,35"O).

Condiciones ambientales: Los mantos negros se depositaron en valles, bajo condiciones de mayor humedad media anual, y consecuentes freáticas altas. Son respuesta a un evento de cambio singular de dinámica atmosférica de alcance continental con un desplazamiento de las fajas de mayor precipitación asociado a la Terminación I pero de origen aún incierto (Firestone 2007 y Zhou *et al.* 2001). Se correlacionan con niveles similares (*black mats*) que sellan los sitios Clovis en USA (Toledo 2008b) atribuidos al *Younger Dryas* del hemisferio norte (Haynes 2008). Se propone el aumento abrupto y significativo de la humedad anual media como una de las causas principales de las extinciones de megamamíferos (Toledo 2008b, 2010a). Para un análisis detallado de los antecedentes, geoarqueología, geología y significación de los mantos negros véase Toledo (2009b: 403-436).

La discordancia “Lujanense-Platense” o “Hiatus Postlujanense” de Ameghino (1889)

Esta discontinuidad merece una atención especial ya que por un lado separa en valles sedimentos verdosos lujanenses portadores de fauna extinta, depositados en climas secos y fríos, de los depósitos oscuros a grisáceos conteniendo fauna indígena depositados en climas más cálidos con alternancias húmedas y secas. A su vez, sobre esta superficie se apoyan los mantos negros que la enmascaran. Corresponde a lo que Ameghino (1889, 1910) denominó “hiatus postlujanense” y que describe e ilustra claramente para el perfil de Paso de la Virgen. Esta sección está casi en su totalidad destruida actualmente o cubierta, pero esta discordancia se conserva en la margen izquierda, agua abajo del Puente de las Tropas (34°34'25,37"S - 59°7'40,35"O). Aquí se observan residuos de canal de dos a 5 cm de espesor compuestos por sábulos de cal-

crete y *Heleobia* sp. transportados y sin edafización. A diferencia de las erosiones fluviales de la base de secuencias previas (LVi y LR) la expresión de esta discordancia es sutil, las canalizaciones casi inexistentes o muy localizadas y generalmente destruida por acción de comunidades palustres holocenas. Ameghino (1884, 1889) describe en la sección de Paso de la Virgen frente al molino de Luján canalizaciones importantes en la base del "Piso Platense" y deduce la existencia de un hiato dado el contraste litológico y faunístico. Frenguelli (1920: 389) define claramente la presencia de un conglomerado basal de calcretes rodados recubiertos por capas turbáceas para el perfil del Tiro Federal en Luján. El conglomerado lo asocia a una fase de excavación y deposición aluvional previa a los cuerpos lacustres. Más tarde, caracteriza en Luján al Platense como descansando sobre "la superficie denudada del Lujanense" la cual estaba "recubierta por capas humíferas" (Frenguelli 1945: 121). Dejando de lado las claras referencias de Ameghino y Frenguelli para el valle del río Luján, no se encuentran referencias posteriores caracterizando dicha discordancia y conglomerados asociados, a excepción de menciones esporádicas de Montes (1955) quien describe en Salto "estratos de rodaditos de tosquilla" al techo del "Lujanense verde", por debajo de su "estrato negro"; y Bonaparte (1958a) quien cita el hallazgo en el río Arrecifes de una capa de rodados en la base del Platense y señala acertadamente que solo Ameghino y Montes la habían citado y es ignorada por los demás investigadores debido a los raros afloramientos en que se presenta. Fidalgo *et al.* (1991: 246) en Tapalqué y Zárate (1995) en el valle del Quequén Grande definen el contacto Lujanense-Platense como discordante. Quatrochio (1988) observa también una erosión, que supone de origen tectónico, para el valle del Napostá. Bonadona (1995) indica que el paso entre el Miembro Guerrero y el Miembro Río Salado esta señalado por "la ausencia del suelo antes citado, por una segunda erosión profunda". Prieto *et al.* (2004) al con-

trario, no observan ninguna erosión en Luján y describe el Platense como una unidad que "*conformably overlies the Lujanense*". Las mayores canalizaciones con clasitos de calcretes holocenos, poco rodados las hemos observados en las cabeceras del arroyo Tapalqué (37°1'0,73"S - 60°22'12,92"O) y corresponde con la erosión descrita por Messineo (2008) en el sitio Laborde. Con la información disponible aquí se modeliza los eventos entre 13 ky y 10 ky AP con la siguiente secuencia: Caída del nivel de base y erosión del techo de la Secuencia LVs; disipación y edafización subaérea; ascenso del nivel de base bajo condiciones de clima húmedo, acompañada de inundación con facies palustres periféricas, edafización hidromórfica intensa; transgresión lacustre, *ravinement* y finalmente sedimentación lacustre orgánica no carbonática.

Secuencia La Plata ("Querandinense-Platense") (S LP), 13.000 AP-3/2.500 AP

Suprayacen a la Secuencia LVs facies de limos oscuros, grises y margas gris claras a blancas del lacustre postpampeano o Piso Platense (Ameghino 1889) o capa 2 (Ameghino 1881a) y capa 4 (Ameghino 1884). Corresponde al Miembro Río Salado de la Formación Luján (Fidalgo *et al.* 1973a). La base de esta secuencia, en centro de valle, consiste en un intervalo decimétrico a métrico de pelita negra con alto contenido orgánico y concentración de *Heleobia* sp. y otros moluscos que incluimos en el nivel denominado mantos negros, arriba descriptos (Platense negro). Según el contenido polínico, y faunístico, moluscos y diatomeas, Frenguelli (1920, 1945) y Prieto (2000, 2004) infieren un cambio abrupto a condiciones húmedas con formación de humedales y cuerpos de agua someros, eutróficos. Suceden a este intervalo basal, margas blancas y diatomitas friables que conspicuamente caracterizan el Platense (Platense blanco). Representan nuevas condiciones climáticas, más cálidas y secas con precipitación carbonática (Prieto *et al.* 2004). Los primeros horizontes carboná-

ticos los datamos en Salto en ~ 10 ka cal AP. (Toledo 2009b). Entre Luján y Mercedes las facies margosas poseen generalmente poco espesor, son friables y a diferencia del valle del Salto y otras localidades pampeanas no presentan bancos cementados. Esta unidad se correlaciona estratigráficamente con la Formación Lucio López, (Kröhling 1999b, Kröhling e Iriondo 2009) en el río Carcarañá y representativa del relleno holoceno de paleovalles fluviales de la pampa norte. Se correlaciona también con la Formación Concordia, depositada entre 13-10 y 2 ka en el valle del río Uruguay (Iriondo y Kröhling 2008).

Sobre las margas platenses edafizadas (Fig. 8), se observa un depósito de suelos hidromórficos agradacionales con estructuras prismáticas pequeñas constituido por arcillas limosas oscuras. En Puente de la Tropa, donde mejor se observa este intervalo, la fracción orgánica de la base arroja una edad de 4,8-4,5 ka cal C¹⁴ AP. Estos últimos son sepultados por limos edafizados rojizos, eólicos y que Frenguelli (1920a: 391) llamara en la misma área Cordobense. Son atribuibles a mantos eólicos distales, depositados en el periodo seco representado en pampa norte por la Formación San Guillermo datado entre 3.500 a 1.400 AP (Iriondo y García 1993, Iriondo 1999, Iriondo y Krohling 1995, Krohling 1995), con desarrollo de campos de dunas parabólicas, lunetas, mantos de arena y hoyas de deflación (Iriondo y Kröhling 2009), o Formación La Postrera II (Fidalgo 1991). Tripaldi y Forman (2007) datan por OSL la reactivación de campos de dunas en San Luis entre 2 y 3 ka AP. Evidencian un evento seco, probablemente neoglacial, con incremento de tormentas de polvo hacia ~3 ka AP y de los cuales los mantos observados en Luján son la expresión más distal. El límite superior de esta secuencia lo ubicamos en la discordancia contemporánea al inicio de la erosión retrogradante que produjo la profunda incisión actual, hacia ~2,5 ka AP.

Se propone respetando la nomenclatura histórica y áreas de definición, agrupar

estos depósitos en la Formación La Plata (Figs. 6 y 12). Se definen los Miembros Salto (Saltoense (Montes 1955, Gonzalez Rex 1960), Platense negro), Molino Quemado (Margas platenses, Platense Blanco) con estratotipos en la margen derecha del río Salto en el paraje del Molino Quemado (34°17'56,69"S - 60°17'19,94" O); y el miembro Las Tropas con estratotipo agua abajo del Puente de las Tropas, margen derecha. En los tramos inferiores de los valles esta secuencia incluye pelitas de estuario pertenecientes a la ingresión del Holoceno medio y su regresión forzada de barras litorales, datada hacia 5-6 ka AP (Figini 1992, Formación Campana (Fucks 2005) y Querandinense).

Edad: (Cuadro 1): Las primeras dataciones para el área de estudio más un detallado estudio paleoambiental basado en palinología y moluscos las provee Prieto *et al.* (2004) con dataciones entre 11 y 3,5 ka C¹⁴ AP. En este trabajo se suman otras dataciones (véase Cuadro 1 y Toledo 2005, 2009) entre García y Luján efectuadas para acotar los mantos negros basales y los cambios climáticos que evidencian la aparición y fin de facies margosas. El pasaje entre las facies oscuras basales y los primeros pulsos margosos bien desarrollados en Salto (34°17'55,66"S - 60°17'22,10" O) fue acotado con cuatro muestras, una de materia orgánica y una de moluscos, respectivamente de cada lado del cambio de facies contrastando los efectos opuestos de residencia mínima y efecto reservorio, hacia ~10 ka AP. La edad de la base de las pelitas oscuras de Puente de la Trova que sellan la margas platenses y que marcan un nuevo pulso húmedo, arriba descrito, más un fechado sobre en *Biomphalaria* sp. del techo de las margas en Paso Otero (38°12'6,11"S - 59°6'44,18"O) de 5,9-5,7 ka cal C¹⁴ (sin corrección efecto reservorio) permiten acotar preliminarmente el fin de la depositación de margas platenses hacia ~ 5 ka AP. Blasi *et al.* (2009) aportan dos nuevas dataciones para alrededores de Luján con ubicación estratigráfica imprecisa en sus facies "lagunar platense", expresión que incorpora un adjetivo interpretativo de

facies, comunes tanto a la base como al techo, y otro informal, práctica a abandonar según los mismos autores. Para el tope de las arcillas plásticas gris verdosas de estuario (Fig. 11) obtuvimos en *Heleobia* sp. una edad de 5400 ± 40 ka C¹⁴ AP AMS (6120 - 6290, sin efecto reservorio) en puente Castex (34°8'52,03"S - 59°16'34,75"O).

Secuencia deposicional Areco ("Aymareense"), (3/2,5 ka AP-Presente). SA Toma su nombre de los afloramientos en el área del Puente Castex en el río Areco. Sobre las margas platenses o sobre los suelos hidromórficos del episodio húmedo de 4 ka AP o sobre los limos eólicos arriba descritos, se apoyan en fuerte discordancia los limos grises del "Aymareense" de Ameghino (1889). Ameghino (1884) los describe en el Paso de la Virgen como capa 2. Corresponden sedimentos históricos y actuales. Le suprayacen limos de inundación modernos o una delgada capa de suelo (Fig. 4). Se confunden fácilmente con facies platenses de limos grises cuando no se puede observar su geometría marcadamente lenticular o base erosiva con la que se distinguen. Se asocian a los primeros estadios de la profunda incisión que producirá el encajonamiento actual por ello actualmente se encuentran como rellenos masivos negros a grises de canalizaciones colgadas en las barrancas (Figs. 8g, h y 13c, d). Registran alternancias secas y húmedas aun no bien caracterizadas. Las dataciones y observaciones preliminares en las localidades de García, Samborombón, río Areco, río Matanzas y río Rojas permiten definir un periodo húmedo (arcillas limosas oscuras masivas y suelos higroscópicos) entre 2100-2700 C¹⁴ cal AP y otro entre 900-1500 C¹⁴ cal AP (Fucks *et al.* 2007, Toledo 2009b) este último asimilable al máximo medieval. En estos periodos se habrían registrado las máximas tasas de carcavamiento e incisión con brasilización de la biota.

Los depósitos de esta secuencia frecuentemente poseen material arqueológico re-depositado asociado a restos modifica-

dos de *Lama guanicoe*, principalmente en los periodos más secos intercalados con avance de la biota norpatagónica (Salemme 1983, Toledo 2006, 2009b) incluido el intervalo seco y más frío perteneciente a la Pequeña Edad del Hielo o LIA (Cañada de Rocha, Toledo 2009b).

El descenso del nivel de base relativo que disparó la incisión actual, cercano a unos 5 m, tendría un componente glacio-isostático y otro asociado (ver modelizaciones de Milne *et al.* 2008; y Schellmann y Radtke 2010) y produjo un descenso relativo del nivel del mar, según se observa en las curvas de nivel del mar para la costa bonaerense de Cavalotto *et al.* (2004). La búsqueda del nuevo nivel de base provocó erosión retrogradante y el encajonamiento de los ríos afluentes al sistema hídrico Paraná-Plata y de la pampa en general, controlado indirectamente por lineamientos (reactivados?) del basamento cristalino. Este proceso está aún activo. Incluye el último periodo de aridización, asimilado en parte a la pequeña edad del hielo entre 700 AP y 150 AP (Rabassa *et al.* 1989, Iriondo y Kröhlhing 1995) con avance de fauna patagónica en Cañada de Rocha (Salemme 1983, Toledo 2006, 2009b). Estos depósitos, con materia húmica proveniente de decapitación del horizonte A de interfluvios y su evolución geomorfológica, han sido poco estudiados y de ello depende la comprensión del contexto de sitios como Cañada de Rocha o sitios "mesolíticos" de Ameghino (1880). Aquí presentamos un ordenamiento muy preliminar. Recientemente el término "Aymareense" se ha reducido en el sur de la provincia de Buenos Aires, a un horizonte orgánico datado en 1,87 ka C¹⁴ AP (Tonni *et al.* 2002) desvirtuando parcialmente la definición original en el área tipo. Los sedimentos correspondientes a esta secuencia se han denominado indistintamente como aymareense, aluviones modernos o recientes etc. Se propone aquí denominarlos litoestratigráficamente como Formación Areco con estratotipo inmediatamente agua abajo del Puente Castex, margen derecha (34°8'52,03"S - 59°16'34,75"O).

REDEFINICIÓN DE LA FORMACIÓN LUJAN

Se propone aquí relocalizar el estratotipo de la Formación Luján entre Luján y Jáuregui y redefinir sus límites, dados los criterios de prioridad (Ameghino 1884, 1889), su definición posterior fuera del área tipo (Fidalgo 1973b) y los nuevos datos para esta área (Toledo 2005, 2009b). Se mantiene este nombre, pero respetando la sección tipo del piso Lujanense de Ameghino (1884, 1889), aquí redescrita y datada, e incluyendo nuevamente la sección verde basal (secuencia LVi) (Fig. 12). Por las mismas razones los sedimentos “platenses” aquí asimilados a la Secuencia LP, se excluyen y toman rango formacional, Formación La Plata, incluyendo Miembros Salto, Molino Quemado y Puente de las Tropas. Apoya esta propuesta el hecho que la no diferenciación entre sedimentos lujanenses y platenses, aducida por Fidalgo (1973b) para reunir las en una sola formación, no se verifica ni en la sección tipo, ni en la zona de definición. Por otro lado, el límite entre ambos señala la Terminación I, la extinción de megafauna y el límite Pleistoceno-Holoceno (Fig. 12). Una de las secciones tipo, Quinta de Azpeitia, se conserva integralmente en la margen izquierda del río Luján entre los puentes de la ruta nacional 7 y el puente del Acceso Oeste (Fig. 2) y sobre la misma margen, se conserva la sección holocena (Prieto *et al.* 2004) en las barrancas naturales inmediatamente aguas abajo del Puente de las Tropas. Se incorpora el Miembro Jáuregui (SLVi), no descripto anteriormente (véase discusión en Toledo 2005, 2008a) y se definen los Miembros La Eloisa (secuencia LR) y El Rincón (secuencia LVs), estos últimos equivalentes a los sectores castaños y verde del Miembro Guerrero en la cuenca del Salado (Fig. 12) y con estratotipos en el valle del Salto-Arrecifes. Se propone, dado la calidad de afloramientos, como paraestratotipo de la Formación Luján el integrado por los perfiles del río Arrecifes en la localidad del puente a la Eloisa para los Miembros Jáuregui y La Eloisa

(secuencias Lvi y LR) y el perfil inmediatamente aguas arriba del puente del Molino Quemado en Salto para el resto de la columna pleistocena.

CORRELACIÓN VALLE-INTERFLUVIO Y MODELO DE RELLENO DE VALLES

No se ha podido observar una transecta continua valle-interfluvio ya que no existen afloramientos naturales de ese tipo. El principal criterio de correlación es por un lado la discordancia basal, erosiva, de los limos eólicos de interfluvios (Formación Baradero) datados en 45-57 ka AP OSL en San Pedro, cantera Iglesias (33° 42'47,99"S - 59°38'1,61"O) y la discordancia “post-bonaerense” de valles datada entre 45 y 55 ka AP. Se correlaciona así el Grupo de Secuencia Lujanenses de valles, con la sección de loéssica o *Loess Jaune* de Burckhardt (1907) o Formación La Postrera I. Por otro lado se correlaciona, las relaciones de campo son claras al respecto, la discordancia del techo de la Formación Ensenada en interfluvios, y la misma discordancia aflorante en algunos puntos de los lechos de los curso de primer orden. La Formación Ensenada posee los mismos caracteres litológicos en contexto de valle e interfluvio, ya que correspondería a un contexto paleogeográfico diferente y los relictos de los pedocomplejos cálcicos (*sensu* Hanneman y Wideman 2006) que tapizaron las formas de erosión, se observan tanto en la parte más alta de interfluvios como en el fondo de los valles actuales. Entre ambas discordancias guías se encuentra la Secuencia Buenos Aires. La base de los sedimentos platenses o Secuencia La Plata, se correlaciona con los horizontes cuspidales de disipación del loess, amalgamados y obliterados generalmente por el nivel edáfico Bt en la base de la cobertura húmica, o molisoles pampeanos, característico del interfluvio actual. La síntesis de las observaciones estratigráficas, de medios deposicionales, paleotopográficas y cronológicas permitieron elaborar el corte transversal conceptual (Fig. 13a). El re-

lleno de valle se realiza por agradación de secuencias sin constituir verdaderas terrazas, con erosión parcial de cada una de ellas. La progradación de barras de espesor considerable, de orden métrico, de la Secuencia LR cambió considerablemente la microtopografía del fondo de valle creando aéreas locales con mayor potencial de acomodación. Esta sucesión de altos y bajos no fue totalmente disipada y las secuencias LVs y LP se vieron obligadas a adaptarse a la misma. Ello explica la correlación inversa entre los espesores de la Secuencia LP respecto de las precedentes. Otro aspecto importante es la relación lateral de las secuencias según estén en relación física directa con las facies de interfluvio o se encuentran separadas por una superficie de erosión, definiendo así secuencias de valle *attached* o *detached* respecto al interfluvio.

Reajustes de bloques de basamento cristalino se reflejaron sutilmente en la cobertura loéssica a medida que los valles eran excavados durante la inversión tectónica postensenadense. Ello determinó áreas de mayor acomodación en la parte baja de los bloques, con subsiguiente predominio de humedales y cubetas de menor pendiente. Estas áreas a su vez se expandieron en los periodos secos por deflación eólica. En la parte alta el encauzamiento fue mayor, con menor acomodación y amalgamación de secuencias. Así se explica, a lo largo de un valle de un río que atravesase sucesivos bloques de este tipo, la alternancia de zonas de mayor desarrollo de bajíos y otras de mayor pendiente y encauzadas. Esta geometría o paleotopografía de valles generó una concatenación de humedales en rosario donde zonas anegadizas y de mayor expansión areal son unidas por zonas de tránsito más estrechas. Dentro de este control geomorfológico, las geometrías deposicionales y la distribución de facies quedan determinadas por las respuestas a dos contextos extremos: uno de baja acomodación y nivel de base bajo; contemporáneo con periodos pleniglaciares (OIS 4 y OIS 2) y otro de máxima acomodación y nivel de base alto contemporáneo a periodos in-

terglaciares. Un contexto intermedio es el de los interestadiales. Las otras variables quedan determinadas por las variaciones climáticas en cuanto al nivel de humedad (pelitas orgánicas vs. margas/yeso) y aporte clástico (eólico) dentro de cada uno de los contextos arriba descriptos. Estos esquemas ilustran y explican la gran variabilidad lateral de las facies de todas las secuencias respecto a la posición lateral y longitudinal en un valle dado (Fig. 13a, b).

CONTEXTO TECTÓNICO. EVIDENCIA DE INVERSIONES PLEISTOCENAS EN PAMPA

La revisión del contexto tectónico excede los objetivos de este trabajo pero las observaciones estratigráficas y geomorfológicas han permitido hacer algunas inferencias e hipótesis sobre las evidencias de movimientos neotectónicos. Ameghino ya había inferido movimientos relativos para explicar los hiatos estratigráficos y la desviación a su posición actual del curso inferior del paleo-Paraná (Ameghino 1989, 1910). Luego Frenguelli (1922) y Groeber (1961) retoman la idea ameghiniana de falla o hendidura del Paraná y creen documentarla en el área del Delta y de Santa Fe respectivamente. Posteriormente Pasotti y discípulos (1967, 1968, 2000a y b) describen en la provincia de Santa Fe la existencia de lineamientos y bloques tectónicos, y la influencia de los mismos sobre las redes de drenaje. Recientemente Brunetto y Iriondo (2007), Brunetto (2008), Marengo (2008a y b) y Iriondo y Kröhling (2009) retoman y ratifican estos conceptos incorporando cartografía de detalle y perforaciones para la pampa al norte de Rosario. Recientemente se observó la presencia de diques clásticos métricos asociados a espejos de fricción en las secuencias Buenos Aires con intrusión de limos eólicos lujanenses en el área de Baradero. Aquí se propone que dichos movimientos resultaron en una sutil pero verdadera inversión tectónica con una posible componente transcurrente de los blo-

ques de basamento y resolución no frágil en la cobertura loésica a lo ancho de una faja de inversión y no de un solo plano de falla. Se pueden distinguir dos eventos de inversión tectónica el primero al fin de la depositación de la Formación Puelches y el segundo que interrumpe la depositación de la Formación Ensenada. Las mayores inversiones se produjeron en el área de Paraná donde parece existir un contrafuerte regional que produjo la deflexión de los esfuerzos compresionales al sur y al norte del área Paraná-Rosario, prolongándose por la actual costa rioplatense uruguaya donde también aflora el Mioceno marino. Al sur de la misma y ya en domino de la pampa ondulada, las zonas de fallas tienen rumbos NNO y pasan a tener rumbos NO entre San Nicolás y Punta Piedras. Probablemente estas últimas tienen una pequeña componente transcurrente. La pampa ondulada sería así consecuencia del levantamiento del estrecho *borst* del río de La Plata con buzamiento hacia el Atlántico (Toledo 2008). Paralelos a la dirección de compresión se reactivaron lineamientos de basamento por relajación tensional conformando las denominadas paleocañadas de Pasotti (1967) que se caracterizan por atravesar ortogonalmente bloques sucesivos y mostrar un espaciamiento regular. La intersección de estos lineamientos principales con otros menores de diferente rumbo, o los límites mayores de bloques producen lagunas y esteros lineales que recargan los acuíferos. Finalmente en los últimos 5 ka se produce una caída relativa del nivel del mar por efectos glacioisostáticos e hidroisostáticos (Milne *et al.* 2008, Schellmann y Radtke 2010), queda a definir si intervino también una componente tectónica de levantamiento regional de otro origen.

LA ESTRATIGRAFÍA DE AMEGHINO: UN ANTECEDENTE DE ANÁLISIS SECUENCIAL

A la nomenclatura de Adolfo Doering (1882), Ameghino (1889) propone rápi-

damente una nueva versión completando dicho cuadro con sus observaciones y las de su hermano, en Luján, Patagonia y Ensenada. Abandona toda las denominaciones antes usadas por él u otros autores para subdividir a la formación Pampeana en los Pisos Ensenadense (Pampeano inferior), Belgranense (Pampeano medio), Bonaerense (Pampeano superior) y Lujanense (Pampeano lacustre). Estas unidades así denominadas permanecerán como referentes en la literatura geológica hasta el presente. Su vigencia desde 1889 hasta la actualidad se debe a la caracterización integral hecha por Ameghino. ¿Porqué los “Pisos” y sus hiatos asociados tal como fueron definidos en 1889 por Ameghino están vigentes más de un siglo después? La respuesta es simple y se encuentra en el procedimiento que Ameghino empleaba para subdividir la columna sedimentaria. Este procedimiento es en términos prácticos el mismo que se utiliza actualmente para definir Secuencias deposicionales. Ameghino aplicaba, cuando era posible, un abordaje holístico al análisis de una sucesión sedimentaria: observaba primero la existencia de discontinuidades y contrastes litológicos, colores y texturas, y luego incorporaba en ellos las variaciones del contenido faunístico, buscando una coherencia de fauna y litología en unidades depositadas entre cambios de nivel de base representados por sus “levantamientos” y “abajamientos” del sustrato. A pesar de ello se supone, aún en la actualidad, que Ameghino utilizaba solo biozonas o grados evolutivos para definir su estratigrafía (Tonni 1999a, 2007, Zárate 2005: 140). Es decir que Ameghino no sólo utilizaba el criterio paleontológico, sino que éste era un complemento al momento de definir los límites secuenciales. Tales unidades dada su existencia real sobrevivieron a las nomenclaturas y divisiones diversas ya que básicamente constituyen Secuencias deposicionales, grupos de secuencias y/o unidades tectonoestratigráficas. Es remarcable como Ameghino desarrolla con la práctica de campo el concepto de secuencias hacia fines de los 1880's, particularmente revelador

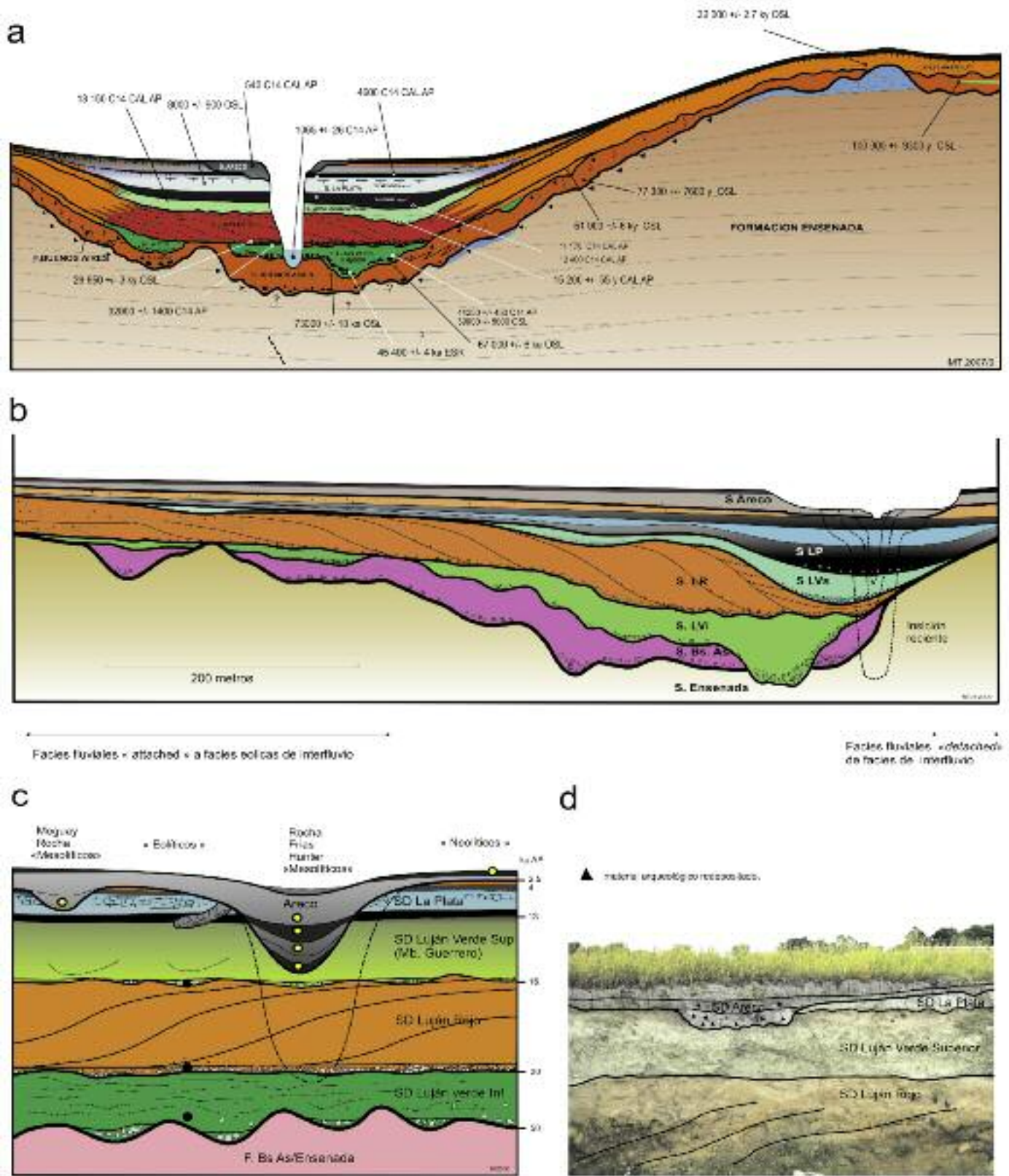


Figura 13: a) Modelo transversal de relleno de valle medio para el noreste pampeano, principales fechados y correlación con interfluvios; b) detalle de la relación geométrica entre secuencias de valle; c) modelo de las incisiones iniciales colgadas de la Secuencia Areco y relación con material arqueológico; d) ejemplo en las cercanías de la confluencia del arroyo El Burro y el río Salto. Nótese la amalgama entre las margas de la secuencia La Plata y los limos grises de la secuencia Areco.

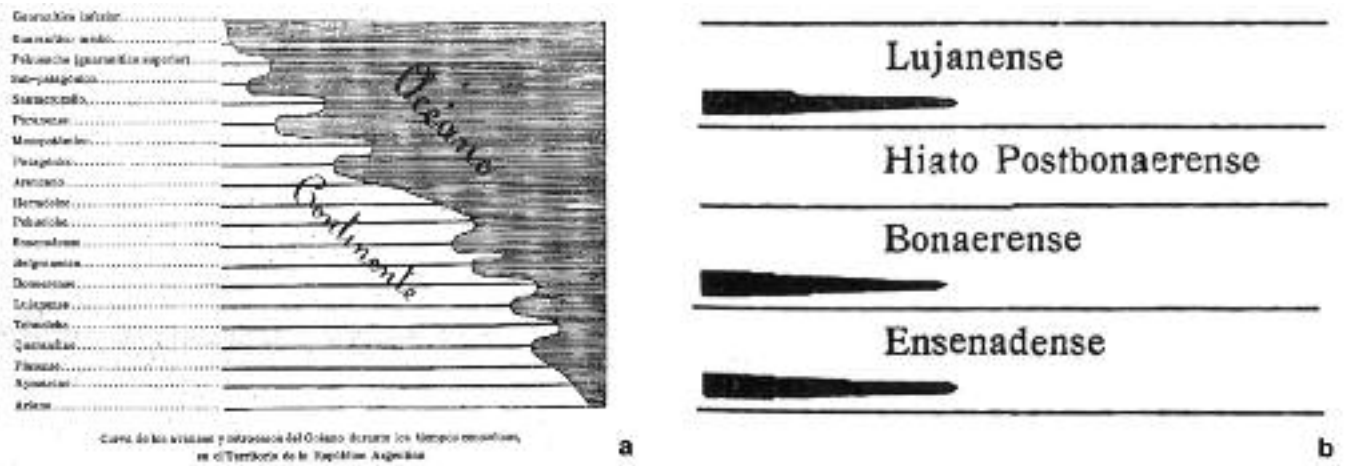


Figura 14: a) Curvas de cambio relativo del nivel del mar (Ameghino 1889: 42); b) esquema de los pisos definidos en 1889 y sus correspondientes intrusiones marinas (Ameghino 1935: 739). Nótese que la relación entre discontinuidades e intrusiones permiten asignarlos conceptualmente a verdaderas secuencias deposicionales.

es el esquema conceptual de la figura 14b donde cada piso está limitado por discordancias y contiene en su interior y no en uno de sus límites, el evento de inundación marina. Al incorporar los eventos de ingesión marina al interior de sus pisos, Ameghino incluía así discontinuidades menores como las de *ravinement*, por ello sus pisos no se confunden tampoco con otro tipo de unidades como las alo-estratigráficas, que no discriminan el tipo y origen de discontinuidad, o con las Unidades Genéticas separadas por máximos de inundación. Estos pisos agrupados conformaban a su vez “Formaciones”, como la “Formación Pampeana”, asimilables a unidades tectono-estratigráficas. Las consideraciones de índole estratigráfica que realiza Ameghino (1908: 365-368) al estudiar la región de Mar del Plata, ilustran estos conceptos y su metodología. Primero trata de definir unidades o formaciones de roca diferenciables por sus relaciones estratigráficas y luego define la fauna al interior de las mismas. No es extraño entonces que los pisos de Ameghino, definidos a partir de criterios que tenían en cuenta todos los elementos del registro roca tangibles (litología, superficies de erosión y fósiles) más los intangibles deducidos (biozonas, extinciones, hiatos y sus causas), mantengan, o se redescubra, su vigencia.

CONCLUSIONES

- Se rescata la obra geológica de Muñiz quien fuera el primero en describir la existencia de paleovalles en Luján y admitir como posible el hallazgo de restos fósiles humanos junto a la megafauna.
- La calificación de autodidacta para Ameghino debe relativizarse. El profesor Juan Ramorino le transfiere conocimientos muy específicos referentes a criterios tafonómicos y el debate sobre el hombre terciario.
- Los intentos formales o informales de localizar o reevaluar los sitios o paraderos de Ameghino en el valle de Luján se vieron frustrados por la incompreensión del contexto geológico, el no análisis de “La Antigüedad” y el prejuicio que Ameghino interpretaba los elementos materiales y contextuales incorrectamente, o simplemente no poseía formación para ello.
- El estudio de planos catastrales históricos permitió ubicar precisamente los sitios definidos por Ameghino y permitió reconstruir el trazo exacto de la barranca, hoy destruida, donde Ameghino realizara el perfil del Paso de La Virgen en 1884. Del mismo modo se puede afirmar que se hallan intactos o levemente cubiertos los perfiles correspondientes a su Paradero II o de la quinta de Azpeitia.
- Las observaciones geológicas de Ame-

- ghino son destacables por su detalle y precisión. De esta revisión se desprende como únicas falencias haber confundido en Jáuregui y Frías la Secuencia LR con su pampeano superior; el haber dado excesiva importancia a su hiatus posbonaerense y no haber diferenciado el manto loésico o Formación Postrera en interfluvios. Todas las capas definidas por este autor se reconocen entre las localidades de Mercedes, Jáuregui y Luján.
- El sistema hidrográfico actual resulta de la erosión de valles en la Formación Ensenada luego de la reactivación tectónica por inversión. Esta inversión es posterior al límite Bhrunes- Matuyama (MBB) (0,78 Ma) y probablemente tuvo lugar entre 0,4 - 0,7 Ma. Indujo un extenso periodo de erosión y no depositación con formación de complejos pedocálcicos en áreas de interfluvio y en centro de valles. Ello demuestra que aún los valles actuales fueron áreas de erosión y no sedimentación durante extensos periodos de tiempo.
- El primer relleno registrado en el valle del Luján medio son las facies fluviales rojizas correlativas a la Formación Buenos Aires (S BA III) y que corresponden al OIS 4. La base de los canales más profundos detectados no aflora y queda abierta la cuestión sobre las primeras secuencias de relleno.
- Se concluye que los depósitos fluvio-pa-

lustres llamados “lujanenses”, poseen en su sección tipo edades comprendidas entre 13.000 AP y 50.000 AP. Están constituidos por una sucesión de tres secuencias fluviales comportando cada una un residuo de canal conglomerádico en la base y limos y arenas finas de relleno de canal que gradan hacia el techo a limos palustres y suelos. Se las denomina Luján Verde Inferior (OIS 3), Luján Rojo (OIS 2) y Luján Verde Superior (OIS 2 terminal) con bases en 50/55.000 AP, 30.000 AP y 17/16.000 AP. El grupo de Secuencias Luján termina hacia 13.000 AP, luego de un breve período de erosión son sellados por los mantos negros. Se infiere un control glacioeustático para las discontinuidades lujanenses, ya, que cronológicamente coinciden con el inicio de los eventos de avance glaciar y con las curvas isotópicas y de contenido de polvo de Antártida.

- Se proponen denominaciones litoestratigráficas para unidades no reconocidas previamente, en particular los términos inferiores de la Formación Luján correspondientes a la Secuencia Luján Verde inferior y a las facies fluviales de la Formación Buenos Aires o capas 10 y 11 respectivamente de Ameghino (1884). Al primero se lo denomina Miembro Jáuregui de la Formación Luján y a las segundas Miembro Flandria de la Formación Buenos Aires. Se redefine la Formación Luján y La Plata para mantener la coherencia con las observaciones estratigráficas y ambientales e históricas, haciéndolas equivalentes a los depósitos de los Pisos Lujanense y Platense/Querandinense (Ameghino 1889) respectivamente.

- Las observaciones preliminares sobre el contexto tectónico permiten inferir una inversión leve con posible componente transcurrente de los bloques de basamento post-Puelches y una reactivación post-Ensenada. Los valles de rumbo facilitaron el anegamiento en los periodos de nivel de base alto y/o húmedos mientras que en los transversales predominó la incisión. En los periodos más secos las cubetas de los valles fueron deflacionadas acentuando el arreglo geomorfológico de

depresiones alternadas con altos a lo largo de un valle y obliteraron la impronta tectónica inicial.

- La incisión actual estaría causada por un levantamiento regional ($\pm 5\text{m}$) con una componente glacioisostática. En el área de Luján la incisión retrogradante habría llegado entre 2,5 y 3 ka AP, a expensas de los sedimentos holocenos no consolidados, hacia 4 ka AP se registran todavía depósitos palustres bien desarrollados.

- Se detectaron complejos progradantes decamétricos de la Secuencia Luján Rojo (LR) del pleniglacial, se dató su base y identifican los factores por la cual se la confunde con el sustrato pampeano. Ello permitió comprender porque Ameghino atribuyó gran antigüedad a los sedimentos portantes del material exhumado en Frías, ya que está compuesta por loess re-depositado y es así fácilmente confundible con el “pampeano”.

- Se identifican los mantos negros (*black mats*) como indicadores de un cambio climático dramático en el límite Pleistoceno Holoceno. Se lo asocia a las extinciones de megafauna y se destaca la profunda edafización hidromórfica como agente de contaminación de dataciones C^{14} para material perteneciente al techo de la Secuencia Luján Verde superior (e.g. Sitios Laborde y la Moderna).

- Se identifica la discordancia erosiva a la base de la Secuencia La Plata en Puente de Las Tropas (Luján), Salto y Tapalqué. Se aporta un modelo estratigráfico para el pasaje entre los depósitos lujanenses y platenses.

- Se aportan más de 30 nuevas dataciones AMS, OSL y ESR que sumadas a las ya existentes permitieron construir un esquema cronoestratigráfico confiable para valles desde 75 ka AP a la actualidad. Por primera vez se dispone de dataciones seriadas para toda la columna de relleno de valles aflorante en el noreste pampeano.

- El origen de las confusiones estratigráficas puede acotarse a que las áreas de valle e interfluvio fueron estudiadas de forma separada, a que se confundió la posición estratigráfica de los dos sectores verdosos lujanenses y se ignoró el infe-

rior, a que se atribuyó la Secuencia Luján Rojo al Bonaerense, a que se redefinió la Formación Luján fuera del área tipo, en una secuencia incompleta, y a que se confundieron niveles orgánicos palustres, lacustres o de albuferas con paleosuelos chernozoides de distinta edad.

- Entre los aportes originales se destaca la datación de la Secuencia Luján Verde Inferior y de la Secuencia Buenos Aires fluvial. Se actualiza modelos previos (Toledo 2005, 2006, 2008) fundamentalmente con el reconocimiento del conglomerado basal de la Secuencia Luján Verde superior, la confirmación de la Secuencia Buenos Aires en facies fluviales y de la base erosiva de la Secuencia La Plata.

AGRADECIMIENTOS

Por diversas contribuciones se desea agradecer a la siguientes personas: Dra. Maria Antonieta Peltrin, Dr. Jean-Luc Scheweninger (RLAHA, Oxford University), Sr. José Luis Ramírez (Museo de Salto), Dr. Augusto Mangini (Universidad d'Heidelberg), Dres. Angela Kinoshita y Oswaldo Baffa (Universidad de San Pablo), Lic. Román Segovia (Museo de La Plata), Sr. José Luis Aguilar (Museo de San Pedro), Lic. César Schreiber (Museo de Moreno), Sr. Jorge Petrochelli (Mercedes), Daniela Kröhling (UNL), Dr. Eduardo Tonni (MNLP), Sr. José Bonaparte (MACN), Sita Mariana Luchetti (Archivo de biblioteca Zeballos, Luján), Sra. Etelvina Furt (biblioteca de archivo Furt, Los Talas), Sra. Lia Zelu (Biblioteca M. Belgrano, Arco), Profesor Alfredo Triana (Dirección de Geodesia, La Plata), Abad P. Fernando Rivas (Abadía San Benito, Jauregui), Sr. Claudio Tuis (UNLU), Sr. Juan Carlos Rusconi (Mendoza) y Sr. Eric Ramos (Jauregui). A Inès Lecuona de Prat, Sofía y María Pouysségur.

Al Dr. Víctor Ramos (UBA) por haberme invitado a participar en el homenaje a Florentino Ameghino en el centenario de su desaparición y la revisión crítica de los Dres. M. Iriondo, P. Kress, L. Legarreta, D. Kröhling, y P. Pazos que permitieron mejorar la presentación de este trabajo.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Ameghino, F. 1876. El hombre cuaternario en la Pampa. Primeros trabajos científicos. En Torcelli A. (ed.) Obras Completas. Taller de impresiones oficiales (1914), 2, 340 p., La Plata.
- Ameghino, F. 1878. L'Homme préhistorique dans le bassin de la Plata. En : Comptes rendus sténographiques du Congrès International des Sciences Anthropologiques, tenu à Paris du 16 au 21 Août 1878: 341-350, París.
- Ameghino, F. 1879. L'homme préhistorique dans la Plata. Revue d'anthropologie 2(2): 237-249.
- Ameghino, F. 1880. La Antigüedad del Hombre en el Plata. Tomo primero. G. Masson y Igon Ed. Paris-Buenos Aires, 646 p., París.
- Ameghino, F. 1881. La Antigüedad del Hombre en el Plata, Tomo segundo. G. Masson y Igon Ed. Paris-Buenos Aires, 640 p., París
- Ameghino, F. 1884. Excursiones geológicas y paleontológicas en la Provincia de Buenos Aires. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias 6: 161-257, Córdoba.
- Ameghino, F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. Actas de la Academia Nacional de Ciencias (Córdoba) 6: 1-1028 y Atlas: 98 láms.
- Ameghino, F., 1898. Sinopsis geológico-paleontológica. *Segundo Censo de la República Argentina* 1: 111-255.
- Ameghino, F. 1908. Las formaciones sedimentarias de la región litoral de Mar del Plata y Chappalmalán. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires 3(10): 343-428.
- Ameghino, F. 1910. Geología de la República Argentina. La Nación 25 de Mayo de 1910. Buenos Aires.
- Ameghino, F. 1915. Filogenia. Principios de clasificación transformista basados sobre leyes naturales y proporciones matemáticas. La Cultura Argentina, Buenos Aires.
- Ameghino, F. 1935. Les problemas geo, archeo et paleoanthropologiques de la Argentina. En Torcelli, A. 1913-1936. Obras completas y correspondencia científica de Florentino Ameghino, 24 vols, Obras Póstumas y Truncas vol. 19: 709-925. Taller de impresiones oficiales, La Plata.
- Bidegain, J.C. 1998. New evidence of the Brunhes/Matuyama polarity boundary in the Hernández Quarries, north-west of the city of La Plata, Buenos Aires Province, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 12: 207-229.
- Bidegain, J.C., Cortelezzi, C.R., Pittori, C.A. y Rico, Y. 2002. Registros paleomagnéticos y paleontológicos en sedimentos loesoides del Pleistoceno-Holoceno en el 'Estadio Ciudad de La Plata', provincia de Buenos Aires, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 57(4): 404-415.
- Bidegain, J. C., Rico, Y. 2004. Mineralogía magnética y registros de susceptibilidad en sedimentos cuaternarios de polaridad normal (Brunhes) y reversa (Matuyama) de la cantera de Juárez, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59(3): 451-461.
- Blasi, A., Prieto, A. R., Fucks, F. y Figini, A. 2007. Análisis de las nomenclaturas y de los esquemas estratigráficos del Pleistoceno tardío-Holoceno en la cuenca del río Luján, Buenos Aires, Argentina. 6° Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, Resúmenes: 52, Mar del Plata.
- Blasi, A., Prieto, A.R., Castiñeira, C., Fucks, E., Del Puerto, L., De Francesco, C., Figini, A., Carbonari, J., Huarte, R. y Hanson, P. 2008. Variaciones ambientales y climáticas durante el Pleistoceno tardío en la cuenca media del río Luján, Argentina. 12° Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 43, Buenos Aires.
- Blasi, A., Prieto, A. R., Fucks, F. y Figini, A. 2009 a. Análisis de las nomenclaturas y de los esquemas estratigráficos del Pleistoceno tardío-Holoceno en la cuenca del río Luján, Buenos Aires, Argentina. *Ameghiniana* 46 (2):373-390.
- Blasi, A., Hanson, P.R., Fucks, E., Prieto, A. y Young, A.R. 2009b. Infrared stimulated luminescence (IRSL) dating of late Pleistocene deposits from the Middle Course of the Luján River, Argentina, 4° Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Actas: 259.
- Blum, M.D. 1994. Genesis and architecture of incised valley fill sequences: a late Quaternary example from the Colorado River, Gulf coastal plain of Texas. En Weimer, P., y Posamentier, H.W. (eds.) *Siliciclastic Sequence Stratigraphy: Recent Developments and Applications*, American Association of Petroleum Geologists, Memoir 58: 259-283.
- Bobbio, M.L., Devincenzi, S.M., Orgeira, M.J. y Valencio, D.A. 1986. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 41(1/2): 7-21.
- Bonadonna, F.P., Leone, G. y Zanchetta, G. 1999. Stable isotope analyses on the last 30 ka molluscan fauna from Pampa grassland, Bonaerense region, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 153: 289-308.
- Bonaparte, J. F. 1958a. Viajes de Estudios. Actividades durante 1957. Informe II. Museo Popular de Ciencias Naturales Carlos Ameghino, 7 p., Mercedes.
- Bonaparte, J.F. 1958b. Origen y estado actual del Río Luján, Provincia de Buenos Aires. Museo Popular de Ciencias Naturales Carlos Ameghino, *Geología* 1: 3-16, Mercedes.
- Borromei, A., Cornou, M.E., Grill, S., Gutierrez, M.A., Martínez, G. y Olivera, D. 2007. Palynofacial analysis in alkaline soils paleoenvironmental implications: the Paso Otero 5 archaeological site (Necochea district, Buenos Aires province, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 24: 34-47.
- Borel, C., Bianchinotti, M. y Quattrocchio, M. 2001. Palinomorfos fúngicos del Pleistoceno-Holoceno en el valle del arroyo Chasicó, provincia de Buenos Aires. *Polen* 11: 21-37.
- Bravard, A. 1857. Observaciones geológicas sobre diferentes terrenos de transporte, en la Hoya del Plata. Biblioteca del Diario la Prensa, Imprenta y Linotipia de J. Bernheim, 80 p., Buenos Aires.
- Bravard, A. 1858. Geología de las pampas. Registro estadístico del estado de Buenos Aires, Año 1857. Imprenta de la Tribuna 1: 1-22, Buenos Aires.
- Bruneto, E. 2008. Mecanismos de la deformación neógena en la Pampa norte. 17° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 1277-1278, Jujuy.
- Bruneto, E. e Iriondo, M.H. 2007. Neotectónica en la Pampa norte (Argentina). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 20(1-2): 17-29.
- Burckhardt, C. 1907. La Formation Pampéenne de Buenos Aires et Santa Fe. En: Lehmann-Nitsche, R., 1907. *Nouvelles recherches sur la formation Pampéenne et l'homme fossile de la République Argentine*. Buenos Aires. *Revista del Museo de la Plata* 14: 143-488.
- Carbonari, A.J., Figini, J.E., Fidalgo, F. y Huarte, R.A. 1995. Cronología radiocarbónica de los sedimentos de la Fm Luján en arroyo Tapalque, Provincia de Buenos Aires. 4° Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, Actas

- 1: 119-125, Junín.
- Carbonari, A.J., Figini, J.E., Fidalgo, F. y Huarte, R.A. 2003. New radiocarbon chronology for the Guerrero Member of the Luján Formation (Buenos Aires, Argentina): palaeoclimatic significance. *Quaternary International* 109/110: 45-48.
- Carbonari, J.E., Fidalgo, F., Figini, A.J., Fucks, E. y Figini, A. 2007. Geocronología, paleoambientes y paleosuelos Holocenos en la región pampeana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62(3): 425-433.
- Catuneanu, O. 2007. Principles of sequence stratigraphy. Elsevier, 375 p., Amsterdam.
- Cavallotto, J.L., Violante, R.A., Parker, G. 2004. Sea-level fluctuations during the last 8600 years in the de la Plata River (Argentina). *Quaternary International* 114: 155-165.
- Cione, A. L. y Tonni, E.P. 1999. Biostratigraphy and chronological scale of uppermost Cenozoic in the Pampean Area, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 12: 23-51.
- Cione, A.L., Figini, A.J., Tonni, E.P., 2001. Did the megafauna range to 4300 BP in South America? *Radiocarbon* 43(1): 69-75.
- Cione, A.L. y Tonni, E.P. 2005. Biostratigrafía basada en mamíferos del Cenozoico superior de la provincia de Buenos Aires, Argentina. En Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Caballé, M.F. y Llambías, E. (eds.) *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires*. 16° Congreso Geológica Argentino, Relatorio 11: 183-200, La Plata.
- Coronato, A.M., Rabassa, J. y Salemme, M. 2005. Chronology of the Late Cenozoic Patagonian glaciations and their correlation with biostratigraphic unit of the Pampean region (Argentina). *Journal of South American Sciences* 20: 81-103.
- Cruz Jr., F.W., Burns, S.J., Karmann, I., Sharp, W.D. y Vuille, M. 2006. Reconstruction of regional atmospheric circulation features during the late Pleistocene in subtropical Brazil from oxygen isotope composition of speleothems. *Earth and Planetary Science Letters* 248: 495-507.
- Crowley, K.D. 1983. Large-scale bed configurations (macroforms), Platte River Basin, Colorado and Nebraska: Primary structures and formative processes *Geological Society of America Bulletin* 94: 117-133.
- Cutler K., Edwards, R.L., Taylor F. W., Gheng H., Adkins, Gallup C.D., Cutler P.M., Burr G.S. y Bloom A.L. 2003. Rapid sea-level fall and deep-ocean temperature change since the last interglacial period. *Earth and Planetary Science Letters* 206: 253-271.
- Dangavs N. 2005. La Formación La Postretera I, II, III y IV de la laguna Las Barrancas de Chascomús, Provincia de Buenos Aires. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 115-122, La Plata.
- Dangavs, N. y Blasi, A. 1992. Formación Lobos. Nueva unidad estratigráfica en la cuenca del Río Salado, Provincia de Buenos Aires. 3° Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas 17-32, La Plata.
- Dangavs, N.V. y Blasi, A.M. 1995. El lujanense y platense (sensu Ameghino) en el río Luján, Luján, provincia de Buenos Aires. 4° Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerense, Actas 1: 109-117, Junín.
- Darwin, C. 1839. *Journal of Researches into the Geology and Natural History of the Various Countries by H.M.S. Beagle*, Henry Colburn, 614 p., Londres.
- De Francesco C.G., Zárate M.A. y Miquel E.S. 2007. Late Pleistocene mollusc assemblages and inferred paleoenvironments from the Andean piedmont of Mendoza, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 251: 461-469
- Degrange, F.J., Mosto, M.C. y Tambussi, C. 2006. Primer registro de Chloephaga (Aves Anseriformes) en el Bonaerense (Pleistoceno tardío temprano) de Río Salto, Buenos Aires (Argentina). 9° Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía, Actas: 63, Córdoba.
- D'Orbigny, A. 1835-1847. *Voyage dans l'Amérique méridionale*. Pitois-Levrault - Ve. Levrault, 9 vol, Paris.
- Fucks, E. y Deschamps, C.M. 2008. Depósitos continentales cuaternarios en el noreste de la provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63(3): 326-343.
- Denton, G.H., Broecker, W.S. y Alley, R. B. 2006. The mystery interval 17.5 to 14.5 kys ago. *Pages News* 14: 14-16.
- Dillon, A.Q., y Rabassa J. 1985. Miembro La Chumbiada, Formación Lujan. 1° Jornadas Geológicas Bonaerenses, Resúmenes: 27, Tandil.
- Doering, A. 1882. *Geología*. Informe oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor general de la expedición al río Negro (Patagonia) realizada en los meses de Abril, Mayo y Junio de 1879, bajo las órdenes del general Julio A. Roca Imprenta de Ostwald y Martínez (1881-1982), Entrega 3 (Geología): 295-530, (con 16 láminas), Buenos Aires.
- Ehlers, J. y Gibbard, P. L. 2007. The extent and chronology of Cenozoic Global Glaciation. *Quaternary International* 164/165: 6-20.
- EPICA Members 2006. One-to-one coupling of glacial climate variability in Greenland and Antarctica. *Nature* 444: 195-198.
- Fidalgo, F., De Francesco, F.O. y Colado, U.R. 1973a. *Geología superficial de las Hojas Castelli, J.M. Cobo y Monasterio*, Provincia de Buenos Aires. 5° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 27-39, Buenos Aires.
- Fidalgo, F., Colado, U.R. y De Francesco, F.O. 1973b. Sobre ingresiones marinas cuaternarias en los partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena (Provincia de Buenos Aires). 5° Congreso Geológico Argentino (Córdoba), Actas 4: 225-240, Buenos Aires.
- Fidalgo, F., Francesco, F. O., Pascual, R. 1975. *Geología superficial de la Llanura Bonaerense*. En *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Buenos Aires*, 6° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 104-137
- Fidalgo, F., Porro, N.E., Martínez, O.R. y Riggi, J.C. 1986. *Geología de los 'sedimentos pampeanos' en el partido de la Plata*. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 41(3/4): 316-333.
- Fidalgo, F., Riggi J.C., Gentile, R., Correa, H. y Porro, N. 1991. Los "sedimentos postpampeanos" continentales en el ámbito sur bonaerense. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 46(3-4): 239-256.
- Figini, A. 1992. Edades C-14 de sedimentos marinos holocénicos de la provincia de Buenos Aires. 3° Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas: 147-151, La Plata.
- Figini, A., Fidalgo, F., Huarte, R., Carbonari, J. y Gentile, R.O. 1995. Cronología radiocarbónica de los sedimentos de la Formación Luján en Arroyo Tapalque, Provincia de Buenos Aires. 4° Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, Actas: 119-126, Junín.
- Figini, A., Carbonari, J. y Huarte, R. 2003. Geosuelo Puesto Callejón Viejo. Su posición cronológica y relación con eventos paleocli-

- máticos. 2° Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Actas: 93-100, Tucumán.
- Firestone, F., West, A., Revay, Z., Smith, A. y Que Hee, S. 2007. Evidence for an extraterrestrial impact 12 900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Young Dryas cooling. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 16016-16021.
- Forman S.L. y Tripaldi, A. 2007. Geomorphology and chronology of Late Quaternary dune fields of western Argentina. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 251: 300-320.
- Freguelli, J. 1920a. Los terrenos de la costa atlántica en los alrededores de Miramar (Prov. de Buenos Aires) y sus correlaciones. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 24: 325-485, Córdoba.
- Freguelli, J. 1920b. Excursión en los alrededores de Esperanza, provincia de Santa Fe. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 24: 257-292, Córdoba.
- Freguelli, J. 1928. Observaciones geológicas en la región costanera sur de la Provincia de Buenos Aires. *Publicaciones de la Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad del Litoral. Sección de Historia y Geografía*, 5, 145 p., Paraná.
- Freguelli, J. 1936. La serie geológica de la República Argentina en sus relaciones con la antigüedad del hombre. En: Levene, R. (Ed.), 1936-1939. *Historia de la Nación Argentina (Desde los orígenes hasta la organización definitiva en 1862), Tiempos prehistóricos y protohistóricos. I (1): 97-120.* Imprenta de la Universidad Buenos Aires.
- Freguelli, J. 1945. El Piso Platense. *Revista del Museo de La Plata, Geología* 2: 287-311.
- Freguelli, J. 1957. Neozoico. En *Geografía de la República Argentina, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA) 2 (tercera parte)*, 218 p., Buenos Aires.
- Fucks, E. 2005. *Estratigrafía y geomorfología en el ámbito del curso inferior del Río Luján, Provincia de Buenos Aires.* Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata 857 (inédito), 239 p., La Plata.
- Fucks, E. y Deschamps, C.M. 2008. Depósitos continentales cuaternarios en el noroeste de la provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63: 326-343.
- Fucks, E., Huarte, R., Carbonari, J. y Figini, A. 2007. Geocronología, Paleoambientes y Paleosuelos Holocenos en la Región Pampeana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62(3): 425-433.
- Gelfo, J.N., Pasquali, R. y Soibelzon, L. 1999. Bioestratigrafía del Pleistoceno en el río Arrecifes, Buenos Aires. 14° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 384, Salta.
- 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: 67-148.
- Gómez, E.A., Borel M. C., Aguirre, M. L. y Martínez, D. E. 2008. Radiocarbon reservoir ages and hardwater effect for the northeastern coastal waters of Argentina. *Radiocarbon* 50 (1): 119-129
- González, A.R. 1960. La estratigrafía de la gruta de Intihuaasi (Prov. de San Luis, R.A.) y sus relaciones con otros sitios precerámicos de Sudamérica. *Revista del Instituto de Antropología* 1: 5-302.
- González, M.A., Guida, N.G. y Weiler, N.E. 1986. Late pleistocene transgressive deposits from 33° S. L. to 40° S. L., Republic of Argentina. *Journal of Coastal Research* 1: 39-47.
- González, M.A., Guida, N. y Weiler, N.E. 1987. Niveles marinos del Pleistoceno tardío en Cañada de Arregui, partido de Magdalena, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 42(1/2): 92-98.
- González, M.A., Weiler, N.E. y Guida N.G. 1988. Transgressive deposits of the Mid- Wisconsin Interstadial from 33° to 34° South Latitude. *Argentine. Journal of Coastal Research* 4(4): 667-676.
- Grill, S.C., Borromei, A.M., Martínez, G., Gutiérrez, M.A., Cornou, M.E. y Olivera, D. 2007. Palynofacial analysis in alkaline soils and paleoenvironmental implications: the Paso Otero 5 archaeological site (Necochea District, Buenos Aires province, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 24: 34-47.
- Groeber, P. 1961. Contribución al conocimiento geológico el delta del Paraná y alrededores. *Anales de la Comisión de investigaciones Científicas* 2: 9-54, La Plata.
- Hanneman, D. y L., Wideman C. J. 2006. Calcic pedocomplexes-Regional sequence boundary indicators in Tertiary deposits of the Great Plains and western United States. In: *Paleoenvironmental record and applications of calcrites and palusyrtrine carbonates, GSA Special Papers*, 416: 1-15. Colorado.
- Holliday, V., Martínez G., Johnson E. y Buchanan, B. 2003. Geoarchaeology of Paso Otero 5 (Pampas of Argentina) En: Miotti, L., Sallemme, M., Flegenheimer, N. (Ed.), *Where the South winds blows. Ancient evidence of Paleo South Americans: 37-43.* Center for the Studies of the First Americans, Texas A&M University, College Station, Texas.
- Haynes, C.V., Standford, D.J., Jodry, M., Dickenson, J., Montgomery, J.L., Shelley, P. H. y Agogino, G. A. 1999. A Clovis well at the type site 11,500 B.C.: The oldest prehistoric well in America. *Geoarcheology* 14(5):455-470.
- Haynes, C.V. 2008. Younger Dryas "black mats" and the RanchoLabrean termination in North America. *Proceedings of National Academy of Sciences* 105(18): 6520-6525.
- Iriondo, M.H. y Kröhling, D.M. 1995. El sistema eólico pampeano. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino (Nueva Serie)* 5(1): 1-68.
- Iriondo, M. y García, N. 1993. Climatic variations in the Argentine plains during the last 18,000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 101: 209-220.
- Iriondo, M. 1999. Climatic Changes in the South American Plains: Records of a Continent-scale oscillation. *Quaternary International* 57/58: 117-134.
- Iriondo, M.H. y Kröhling, D.M. 2008. Cambios ambientales en la cuenca del río Uruguay. Desde dos millones de años hasta el Presente. Ediciones Universidad Nacional del Litoral, 360 p., Santa Fe.
- Iriondo, M.H. y Kröhling, D.M. 2009. From Buenos Aires to Santa Fe: Darwin's observations and modern knowledge. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64(1): 109-123.
- Iriondo, M.H., Brunetto, E y Kröhling, D. 2009. Historical climatic extremes as indicators for typical scenarios of Holocene climatic periods in the Pampean plain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 283: 107-119.
- Isla, F.I. 2002. Significado de las inundaciones Lujanenses (Pleistoceno Final) en la Pampa,

- Argentina. 15° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 705-712, El Calafate.
- Isla F.I., Rutter, N.W., Schnack, E.J. y Zárate, M. A. 2000. La transgresión belgranense en Buenos Aires. Una revisión a cien años de su definición. *Revista Cuaternario y Ciencias Ambientales*, Publicación Especial 4: 3-12.
- Johnson, E., Politis, G., Martínez, G., Hartwell, W., Gutiérrez M. A. y Hass, H. 1998. Radiocarbon Chronology of Paso Otero 1 in the Pampean Region of Argentina. *Quaternary of South American and Antarctic Peninsula* 11: 15-25.
- Kemp, R.A., Toms, P. y Zárate, M. 2009. Late Quaternary landscape reconstruction and geochronology in the northern Pampas of Buenos Aires province, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 27: 88-89.
- Kemp, R., Zárate, M., Toms, P., King, M., Sanabria, J. y Arguello, G. 2006. Late Quaternary paleosols, stratigraphy and landscape evolution in the Northern Pampa, Argentina. *Quaternary Research* 66: 119-132.
- Kröhling, D.M. 1999. Upper quaternary of the lower Carcarañá Basin, North Pampa, Argentina. *Quaternary International* 57/58: 135-148.
- Kröhling, D.M. e Iriondo, M. 1999. Upper quaternary palaeoclimates of the Mar Chiquita area, North Pampa, Argentina. *Quaternary International* 57/58: 149-163.
- Kröhling, D.M. e Iriondo, M. 2003. El loess de la Pampa Norte en el Bloque de San Guillermo. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 10(2): 137-150, La Plata.
- Kröhling, D., Passeggi, E., Zucol, A., Erra, G., Miquel, S. y Brea, M. 2010. Multidisciplinary analysis of the last glacial loess. 18th. International Sedimentological Congress, Abstracts: 518, Mendoza.
- Legarreta, L., Uliana, M., Larotonda, C. y Meconi, G. 1993. Approaches to nonmarine sequence stratigraphy - Theoretical models and examples from Argentine basins. En Eschard, R. y Doligez, B. (eds.) *Subsurface Reservoir Characterization from Outcrop Observations*, Editions Technip: 125-143, París.
- Lehmann-Nitsche, R. 1907. Nouvelles recherches sur la formation Pampéenne et l'homme fossile de la République Argentine. *Revista del Museo de la Plata* 14: 1-488, Buenos Aires.
- Loponte, D., Acosta, A. y Tchilinguirian, P. 2010. Avances en la arqueología de la pampa ondulada: sitios Hunter y Meguay. En Bárcena, J.R. y Chiavazza, H. (eds.) *Arqueología Argentina en el bicentenario de la Revolución de mayo*, Universidad Nacional de Cuyo, 17° Congreso Nacional de Arqueología, Actas 5: 1811-1815, Mendoza.
- Luna, A., Nabel, P. y Machado, G. 1990. Reconocimiento de un paleosuelo entre las Formaciones Ensenada y Buenos Aires (San Pedro Baradero). Simposio Internacional sobre Loess, Resúmenes Expandidos: 138-142, Mar del Plata.
- MacFadden B.J. 2000. Middle pleistocene climate change recorded in fossil Mammal Teeth from Tarija, Bolivia, and upper limit of the Ensenadan Land-Mammal age. *Quaternary Research* 54: 121-131.
- MacCabe, P.J. 1977. Deep distributary channels and giant bedforms in the Upper Carboniferous of the Central Pennines, northern England. *Sedimentology* 24 (2): 271 - 290.
- Marengo, H.G. 2008. Nuevas evidencias de neotectónica en la llanura central santafesina. 17° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 1231-1232, Jujuy.
- Martínez, G.A. y Osterrieth, M.L. 2003. The Pleistocene-Holocene stratigraphic record from early archaeological sites in caves and rockshelter of eastern Tandilia, pampean region, Argentina. En: Miotti, L., Salemme, M., Fleckenheimer, N. (ed.) *Where the South winds blows. Ancient evidence of PaleoSouth Americans*: 63-68. Center for the Studies of the First Americans, College Station, Texas.
- Martínez, S. y Rojas, A. 2004. Quaternary continental molluscs from Northern Uruguay: distribution and paleoecology. *Quaternary International* 114: 123-128
- Martínez, G., Gutiérrez, M.A. y Prado, J.L. 2004. New archaeological evidences from the late Pleistocene/early Holocene Paso Otero 5 site (Pampean region, Argentina). *Current Research in the Pleistocene* 21: 16-18.
- Martinson, D.G., Pliaias, N.G., Hays, J.D., Imbrie, J., Moore Jr., T.C. y Shackleton, N. 1987. Age Dating and the Orbital Theory of the Ice Ages: Development of a High-Resolution 0 to 300,000-year Chronostratigraphy. *Quaternary Research* 27: 1-29.
- Messineo, P.G. 2008. Investigaciones arqueológicas en la cuenca superior del Arroyo Tapalqué (Partidos de Olavarría y Benito Juárez, Provincia de Buenos Aires). Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, (inédita), 522 p., La Plata.
- Miall, A.D. 2006. *The geology of fluvial deposits. Sedimentary facies, basins analysis, and petroleum geology*. Springer-Verlag, 582 p., Berlin.
- Mignone, J.A. 1941a. El hombre fósil pampeano: Noticia preliminares sobre el descubrimiento de nuevos paraderos del hombre fósil pampeano en las barrancas del río Luján. *Revista Ciencia Popular* (Agosto): 467-469, Buenos Aires.
- Mignone, J.A. 1941b. El hombre fósil pampeano: Los nuevos paraderos a orillas del río Luján. Su constitución geológica y contenido paleontológico y paleoantropológico. *Revista Ciencia Popular* (Noviembre): 788-793, Buenos Aires.
- Mignone, J.A. 1951. Sobre la presencia de capas marinas pampeanas y pospampeanas en el río Areco. *Diario La Gaceta*, 12 y 19 de mayo de 1951.
- Milne, G.A. y Mitrovica, J.X. 2008. Searching for eustasy in deglacial sea-level histories. *Quaternary Science Reviews* 27: 2292-2302.
- Montes, A. 1955. El Holoceno en relación con nuestra prehistoria. Universidad Nacional de Córdoba, *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 17(1): 3-33.
- Muñiz, F.J. 1847. *Apuntes Topográficos*. En: Sarmiento, D.F. 1885. *Vida y escritos del Coronel Dr. D. Francisco Javier Muñiz, Félix*. Lagouane Ed., 316 p., Buenos Aires.
- Nabel, P.E., Etchichuri, M.C. y Tofalo, R.O. 1997. Estratotipo del límite superior de la Formación Ensenada: Geosuelo El Tala. 11° Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente, Actas: 11-12, Junín.
- Nabel, P.E. 1993. The Brunhes-Matuyama boundary in Pleistocene sediments of Buenos Aires province, Argentina. *Quaternary International* 17: 79-85.
- Nabel, P.E., Cione, A. y Tonni, E. 2000. Environmental changes in the pampean area of Argentina at the Matuyama-Brunhes boundary (C1r-C1n) Chrons boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 162: 403-412.
- Orgeira, M.J. 1987. Estudio paleomagnético de sedimentos del cenozoico tardío en la costa atlántica bonaerense. *Revista de la Asociación*

- Geológica Argentina 42(3/4): 362-376.
- Orgeira, M.J., Walther, A.M., Tófaló, R., Vásquez, C.A., Lippai H. y Compagnucci, R. 2001. Estratigrafía y magnetismo de rocas en un perfil del arroyo Tapalqué, Cuaternario de la provincia de Buenos Aires: implicancias paleoambientales y paleoclimáticas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56(3): 353-366.
- Outes, F.F. 1905. Sobre un instrumento paleolítico de Luján (Provincia de Buenos Aires). *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 13: 169-173.
- Palcos, S. 1943. Nuestra Ciencia y Francisco Javier Muñiz. El Sabio - El héroe. Universidad Nacional de la Plata, 349 p., La Plata.
- Pardiñas U., Tonni, E.P. y Gelfo, J.N. 1995. Asociación Faunística del Lujanense inferior en el Nordeste de la Provincia de Buenos Aires. 4º Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, Actas: 55, Junín.
- Pardiñas, U. y Lezcano, M. J. 1995. Cricetidos (Mammalia : Rodentia) del Pleistoceno tardío del Nordeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Aspectos sistemáticos y paleoambientales. *Ameghiniana* 32(3): 249-265.
- Pardiñas, U. y Voglino, D. 2005. Roedores sigmodontinos (Mammalia : Rodentia : Cricetidae) y otros micromamíferos pleistocénicos del norte de la provincia de Buenos Aires (Argentina): reconstrucción paleoambiental para el Ensenadense cuspidal. *Ameghiniana* 42(1): 143-158.
- Pasotti, P. 1968. Evidencias morfológicas del levantamiento de la « pampa levantada » en un sector de llanura Santafesino - Bonaerense. Universidad Nacional de Rosario, Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología 53: 1-32, Rosario.
- Pasotti, P. y Castellanos, A. 1967. Rasgos geomorfológicos generales de la llanura pampeana. *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA)* 3: 1- 32, Buenos Aires.
- Pasotti, P. 2000. El bloque de Piamonte y la tectónica de placas en territorio santafesino. *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología* 70: 1-2. Rosario.
- Pasotti, P. 2000. La geomorfología de la pampa santafesina y la acción de la placa tectónica sudamericana. *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología* 70(1/2): 15-17, Rosario.
- Petit, J., Jouzel, J., Raynaud, D. y Barkov, N.I. 1999. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature* 399: 429-436
- Politis, G.G., Johnson, E., Gutiérrez, M.A. y Hartwell, W.T. 2003. Survival of the Pleistocene fauna: new radiocarbon dates on organic sediments from La Moderna (Pampean Region, Argentina). En Miotti, L., Salemme, M., Flegenheimer, N. (eds.) *Where the South Winds Blow. Ancient Evidence for Paleo South Americans*, 10: 45-50. Center for the Studies of the First Americans (CSFA) and Texas A&M University Press, College Station, Texas.
- Politis, G.G. y Messineo, P.G. 2008. The Campo Laborde site: new evidence for the Holocene survival of Pleistocene megafauna in the Argentine Pampas. *Quaternary International* 191(1): 98-114.
- Prado, J.L., Menegaz, A.N., Tonni, E.P. y Salamme, M.C. 1987. Los mamíferos de la fauna local Paso Otero (Pleistoceno tardío), provincia de Buenos Aires. Aspectos paleoambientales y bioestratigráficos. *Ameghiniana* 24: 217-233.
- Prado, J.L. y Alberdi, M.T. 1999. The mammalian record and climatic change over the last 30.000 years in the Pampean Region, Argentina. *Quaternary International* 57-58: 165-174.
- Prieto, A.R. 1996. Late Quaternary vegetational and climatic changes in the pampa Grassland of Argentina. *Quaternary Research* 45: 73-88.
- Prieto, A.R. 2000. Vegetational history of the Late glacial-Holocene transition in the grasslands of eastern Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 157: 167-188.
- Prieto, A.R., Blasi, A.M., De Francesco, C. y Fernandez, C. 2004. Environmental history since 11,000 C¹⁴ yr B.P. of the northeastern Pampas, Argentina, from alluvial sequences of the Luján River. *Quaternary Research* 62: 146-161.
- Prieto, A.R., Vilanova, I., Tonello, M.S. y Stutz, S. 2009. Reconstrucción de la vegetación y del clima de los pastizales pampeanos durante el Pleistoceno tardío-Holoceno a través del análisis palinológico. *Quaternário do Rio Grande do Sul: integrando conhecimentos. Monografias da Sociedade Brasileira de Paleontologia* 2: 107-120. Porto Alegre.
- Quade, J., Forester, R.M., Pratt, L.W. y Carter, C. 1998. Black Mats, Spring-Fed Streams, and Late-Glacial-Age Recharge in the Southern Great Basin. *Quaternary Research* 49: 129-148.
- Quattrocchio, M. y Zavala, C. 2001. Estratigrafía y evolución geológica del río Sauce Grande (Cuaternario), provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56(1): 25-37.
- Quattrocchio, M.E. y Borromei, A.M. 1998. Paleovegetational and paleoclimatic changes during the Late Quaternary in southwestern Buenos Aires province and southern Tierra del Fuego (Argentina). *Palynology* 22: 67-82.
- Rabassa, J. O, Brandani, A. Salemme, M. y Politis, G. 1989. La Pequeña Edad del Hielo (s XVII a XIX) y su posible influencia en la aridización de áreas marginales de la pampa húmeda (Provincia de Buenos Aires). 2º Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas: 559-577, Tandil.
- Reboredo, C. Massoia, E. y Morici, A. 1995. Bioestratigrafía de la cuenca alta del río Reconquista. *APRONA*, año 7(28): 2-34.
- Riggi, J.C., Fidalgo, F., Martínez, O. y Porro, N. 1986. Geología de los "Sedimentos Pampeanos" en el Partido de la Plata. *Revista de la Asociación Geología Argentina* 44: 316-333.
- Rossello, E.A., Jahn, B., Liu, T.K. y Petrocelli, J.L. 1999. New 4300 yr. 14C age of Glyptodonts at Lujan River (Buenos Aires, Argentina) and its implications. 2º South American Symposium on Isotope Geology, Actas: 105-110, Villa Carlos Paz.
- Roth, S. 1921. Investigaciones geológicas en la llanura argentina. *Revista del Museo de la Plata* 25: 135-342, La Plata.
- Rovereto, C. 1914. La Pampa, Studi di geomorfologia argentina. 4º Bolletino Societa Geologica Italiana 33: 75-128, Roma.
- Rusconi, C. 1937. Contribución al conocimiento de la Geología de la Ciudad de Buenos Aires y sus alrededores y referencia a su Fauna. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias* 10: 177-384, Córdoba.
- Salemme, M. C. 1983. Distribución de algunas especies de mamíferos en el noreste de la provincia de Buenos Aires durante el Holoceno. *Ameghiniana* 20 (1-2): 81-94.
- Sarmiento, D. F. 1901. Vida y escritos de Francisco Javier Muñiz. Tercera edición, Imprenta Mariano Moreno, 379p.; Buenos Aires.
- Schellmann, G. y Radtke, U. 2010. Timing and magnitude of Holocene sea-level changes along the middle and south Patagonian Atlantic coast derived from beach ridge sys-

- tems, littoral terraces and valley-mouth terraces. *Earth-Science Reviews* 103:1-30.
- Schwenninger, J.L. 2005-2008. OS� dating. Pampa Project. RLAHA, Oxford University (inédito), 5p., Oxford.
- Schwenninger, J.L. 2009. OS� dates. En Toledo, M.J. 2009. *Géochronologie de la transition Pléistocène-Holocène dans le nord-est pampéen* (Buenos Aires, Argentine). Révision historique, stratigraphique et taphonomique. Perspectives pour le premier peuplement. Anexo 1, Tesis doctoral, Muséum National d'Histoire Naturelle (inédita), 589 p., París.
- Schreiber, C.E. 2003. Paleontología y geología de Moreno, oeste del Gran Buenos Aires. Ed. El Amanecer, 52 p., Moreno.
- Shanley, K.W. y McCabe, P.J. 1994. Perspectives on the Sequence Stratigraphy of Continental Strata. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 78(4): 544-568.
- Siddall, M., Rohling, E.J., Almogi-Labin, A., Hemleben, C., Meischner, A., Schmelzer, I. y Smeed D.A. 2003. Sea-level fluctuations during the last glacial cycle, *Nature* 423: 853-858.
- Soibelzon, L. H., Gelfo, J. y Pascuali, R. 1999. Bioestratigrafía del valle del río Arrecifes, Prov. de Buenos Aires, Argentina. 14° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 381-384, Salta.
- Soibelzon, E., Tonni, E.P. y Bidegain, J.C. 2008. Cronología, magnetoestratigrafía y caracterización bioestratigráfica del Ensenadense (Pleistoceno Inferior-Medio) en la ciudad de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63(3): 421-429, Buenos Aires.
- Speroni, J.L. y Alonso J.V. 2001. Francisco Javier Muñiz. Un arquitecto de nuestra cultura. Ed. Fundación Soldados, 214 p., Buenos Aires.
- Teruggi, M.E., Andreis, R., Mazzoni, M., Dalla Salda, L. y Spalletti, L. 1974. Nuevos criterios para la estratigrafía del cuaternario en las barrancas de Mar del Plata y Miramar. *LEMIT, Anales* 2 (Serie 2) 268: 133-148, La Plata.
- Tofalo, O. R., Orgeira, M. J. y Ramos, A. M. 2008. A pedosedimentary succession of the Late Cenozoic of Zárate (Buenos Aires): continental record of the MIS5 and older inter glacial intervals. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63(3): 430-441.
- Toledo, M.J. 2005. Secuencias Pleistocenas "lujanenses" en su sección tipo: Primeras dataciones C^{14} e implicancias estratigráficas, arqueológicas e históricas, Lujan-Jáuregui, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60(2): 417-424.
- Toledo, M. J. 2006a. Estratigrafía de los "Paraderos" de Ameghino en el valle del río Luján. Bases para su reevaluación arqueológica. 5° Jornadas Arqueológicas Regionales Florentino Ameghino, Provincia de Buenos Aires, Resúmenes: 43, Luján.
- Toledo, M.J. 2006 b. Los "Paraderos de Ameghino" una revisión histórica y geocronológica de su contenido arqueológico. Consecuencias para el poblamiento pampeano temprano. 5° Jornadas Arqueológicas Regionales Florentino Ameghino, Provincia de Buenos Aires, Resúmenes: 44, Luján.
- Toledo, M.J. 2008a. Estratigrafía post-Ensenadense en Pampa Ondulada: Un modelo de correlación Valle-Interfluvio. 17° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 735-736, Jujuy.
- Toledo, M.J. 2008b. La crisis climática de 13.000 AP: "Mantos Negros", extinciones de megafauna y cambios poblacionales. 17° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 733-734, Jujuy.
- Toledo, M.J. 2008c. El registro de pampa ondulada del último máximo glacial (LGM): complejos acrecionales fluviales y manto de loess « Lujanenses ». 17° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 737-738, Jujuy.
- Toledo, M.J. 2009a. Geoarchaeology of the Pleistocene-Holocene transition in NE Pampas: Evidences of human arrival before 13.000 BP. Argentina. En Jiménez, J.C. (ed.) Instituto Nacional de Antropología e Historia, 3° Simposio Internacional El Hombre Temprano en América, Actas: 205-237. México D.F.
- Toledo, M.J. 2009b. *Géochronologie de la transition Pléistocène-Holocène dans le nord-est pampéen* (Buenos Aires, Argentine). Révision historique, stratigraphique et taphonomique. Perspectives pour le premier peuplement. Tesis doctoral, Muséum National d'Histoire Naturelle (inédita), 589 p., París.
- Toledo, M.J. 2010a. "Black Mats" and extinctions: The Pleistocene-Holocene transition climatic crisis in central Argentina". 18th International Sedimentological Congress, Actas: 868, Mendoza.
- Toledo, M.J. 2010b. Geoarqueología del límite Pleistoceno- Holoceno en los Valles Pampeanos: Implicaciones para las dataciones C^{14} y Cronología de la extinción de Megafauna. V Simposio Internacional El Hombre Temprano en América, Resúmenes: 110, La Plata.
- Toledo, M.J. y Schwenninger J.L. 2010b. Loess and reworked loess: first evidences of the presence of OIS 4 deposits in northeastern pampas valleys. 18th International Sedimentological Congress, Actas: 869, Mendoza.
- Toledo, M.J. 2010c. The climatic signature of OIS 4 to OIS 1 stadials and interstadials in Pampas valleys: geomorphology, depositional sequences and C^{14} /OSL dating. 18th International Sedimentological Congress, Actas: 870, Mendoza.
- Toledo, M.J. 2010d. Geoarchaeology of the Pleistocene-Holocene transition in NE Pampas: Evidences of human arrival before 13.000 BP. Argentina. En Jiménez, J.C. (ed.) 3° Simposio Internacional El Hombre Temprano en América: 205-237, INAH, México D.F.
- Tonni, E.P., Prado, J.L., Menegaz, A.N. y Salme, M.C. 1985. La Unidad Mamífero (Fauna) Lujanense. Proyección de la estratigrafía mamaliana al Cuaternario de la Región Pampeana. *Ameghiniana* 22(3-4): 255-261.
- Tonni, E., Huarte, R., Carbonari, J. y Figini, A. 2003. New radiocarbon chronology for the Guerrero Member of the Luján Formation (Buenos Aires): paleoclimatic significance. *Quaternary International* 109/110: 45-48.
- Tonni, E.P., Carlini, A.A. y Rabassa, J. 2009. The ensenadan stage-age of southern South America : its stratigraphic, biostratigraphic and chronological implications in present research. *Quaternary International* 210(1-2): 4-5.
- Tonni, E.P., Cione, A.L. y Figini, A.J. 2001. Chronology of Holocene pedogenetic events in the Pampean Area of Argentina. *Current Research in the Pleistocene* 18: 124-127.
- Tonni, E.P., Huarte, R.A., Carbonari, J.E. y Figini, A.J. 2003. New radiocarbon chronology for the Guerrero Member of the Luján Formation (Buenos Aires, Argentina): paleoclimatic significance. *Quaternary International* 109-110: 45-48.
- Tonni, E.P. y Cione, A.L. 1995. Los mamíferos como indicadores de cambios climáticos en el Cuaternario de la región pampeana de la Argentina. En Argollo, J., Mouguiart, P. (eds.) *Climas Cuaternarios en América del Sur*, Orstom, 319-326, La Paz.
- Tonni, E.P., Nabel, P., Cione, A.L., Etchibury, M., Tófaló, R., Scillato-Yané, G.J., San Cristóbal, J., Carlini, A.A. y Vargas, D. 1999. The Ense-

- nada and Buenos Aires Formation (Pleistocene) in a quarry near La Plata, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 12: 273-291.
- Tonni E.P., A.L. Cione, A.J. Figini, D. Glaz y Gasparini, G. 2002. El "piso Aymará" de la región pampeana de la Argentina. *Cronología radiocarbónica y paleontología. Ameghiniana* 39(3): 313-320.
- Tonni, E., Huarte, R., Carbonari, J. y Figini, A. 2003. New radiocarbon chronology for the Guerrero Member of the Luján Formation (Buenos Aires): paleoclimatic significance. *Quaternary International* 109-110:45-48.
- Tonni, E.P., 2007. Los conceptos estratigráficos de Ameghino un siglo después. En: *A 100 años del viaje de Florentino Ameghino por la costa bonaerense*. Bertola, G., Osterrieth M. y Bernasconi, M. (eds.) 6° Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses, Resúmenes: 17, Mar del Plata.
- Tonni, E. P., Carlini, A. A. y Rabassa, J. 2009. The ensenadan stage-age of southern South America: its stratigraphic, biostratigraphic and chronological implications in present research. *Quaternary International* 210(1-2): 4-5.
- Torcelli, A.J. 1913. Vida y Obras del sabio. En Torcelli, A.J. (ed.) *Obras completas y correspondencia científica de Florentino Ameghino*. La Plata, Taller de impresiones oficiales.
- Torcelli, A.J. 1913-1936. *Obras completas y correspondencia científica de Florentino Ameghino*. Taller de impresiones oficiales, 24 vol., La Plata.
- Tricart, J.L.F. 1968. La Geomorfología de la Pampa Deprimida como base para los estudios edafológicos y agronómicos. I.N.T.A. Plan Mapa de Suelos de la Región Pampeana. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), (inédito), 134 p., Buenos Aires.
- Tripaldi, A. y Forman, S.L. 2007. Geomorphology and chronology of Late Quaternary dune fields of western Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 251: 300-320.
- Ubilla, M. 1985. Mamíferos fósiles, geocronología y paleoecología de la Formación Sopas (Pleistoceno Superior) del Uruguay. *Ameghiniana* 22(3/4): 185-196.
- Ubilla, M. 2004. Mammalian biostratigraphy of Pleistocene fluvial deposits in northern Uruguay, South America. *Proceedings of the Geologists Association* 115: 347-357.
- Vilanova, I., Prieto A.R., Espinosa, M. 2006. Palaeoenvironmental evolution and sea-level fluctuations along the southeastern Pampa grasslands coast of Argentina during the Holocene. *Journal of Quaternary Science* 21: 227-242.
- Vilanova, I., Prieto, R.A., Stutz, S. y Bettis III, A. 2010. Holocene vegetation changes along the southeastern coast of the Argentinean Pampa grasslands in relation to sea-level fluctuations and climatic variability: Palynological analysis of alluvial sequences from Arroyo Claremeccó. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 298(3-4): 210-223.
- Valencio, D.A. y Orgeira, M.J. 1983. La magnetoestratigrafía del Ensenadense y Bonaerense de la ciudad de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 38(1): 24-33.
- Van Wagoner, J.C., Posamentier, H.W., Mitchum, R.M., Vail, P.R., Sarg, J.F., Loutit, T.S. y Hardenbol, J. 1988. An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. En Wilgus, C.K., Hastings, B.S., St. C. Kendall, C.G., Posamentier, H.W., Ross, C.A. y Van Wagoner, J.C. (eds.) *Sea-level changes-an integrated approach*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists (SEPM), Special Publication 42: 39-45.
- Violante, R.A. y Parker, G. 2004. The post-last glacial maximum transgression in the de la Plata River and adjacent inner continental shelf, Argentina. *Quaternary International* 114: 157-181.
- Voglino, D. y Pardiñas, U.J.F. 2005. Roedores sigmodontinos (Mammalia: Rodentia: Cricetidae) y otros micromamíferos pleistocénicos del norte de la provincia de Buenos Aires (Argentina): reconstrucción paleoambiental para el Ensenadense cuspidal. *Ameghiniana* 42(1): 143-158.
- Zanchetta, G. 1995. Estado actual de la geología y estratigrafía de los depósitos plio-pleistocenos de la región bonaerense. En Alberdi, M.T., Leone, G., Tonni, E.P. (eds.) *Evolución biológica y climática de la región pampeana durante los últimos cinco millones de años*. Un ensayo de correlación con el Mediterráneo occidental. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 30-45, Madrid.
- Zárate, M. 2005. El Cenozoico tardío continental de la provincia de Buenos Aires. En Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Caballé, M.F. y Llamabías, E. (eds.) *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires*. 16° Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 139-158, La Plata.
- Zárate, M. y Orgeira, M.J. 2010. Sedimentación y edades magnéticas del cenozoico tardío continental de Argentina. En *Escenarios de cambio ambiental: registros del Cuaternario en América Latina*. Ed. Fondo de Cultura Económico por iniciativa de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Unión Mexicana de Estudios del Cuaternario (UMEC), en prensa.
- Zárate, M., Kemp, R.A., Espinosa, M. y Ferrero, L. 2000. Pedosedimentary and palaeoenvironmental significance of a Holocene alluvial sequence in the southern pampa, Argentina. *The Holocene* 10(4): 481-488.
- Zavala, C.A. y Quattrocchio, M.E. 2001. Estratigrafía y evolución geológica del río Sauce Grande (Cuaternario), provincia de Buenos Aires. *Revista Asociación Geológica Argentina* 56: 25-37.
- Zeballos, E. y Reid, W. 1876. Notas geológicas sobre una excursión a las cercanías de Luján. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, Imp. E. Coni, 1: 313-319, Buenos Aires.
- Zech, W., Zech, M., Zech, R., Peineman, N., Morras, H.J.M., Moretti, L., Ogle, N., Kalim, R.M., Fuchs, M., Schad, P. y Glaser, B. 2009. Late Quaternary palaeosol records from subtropical (38°S) to tropical (16°S) South America and palaeoclimatic implications. *Quaternary International* 196: 107-120.
- Zhou, W., Head, J.M., An, Z., De Deckker, P., Liu, Z., Liu, X., Donahue, D., Jull, A.J.T. y Beck, W.J. 2001. Terrestrial evidence for spatial structure of tropical-polar interconnections during the Younger Dryas episode. *Earth and Planetary Science Letters* 191: 231-239.

Recibido: 29 de noviembre, 2010.

Aceptado: 18 de marzo, 2011.