

Registros paleomagnéticos y paleontológicos en sedimentos loessoides del Pleistoceno-Holoceno en el “Estadio Ciudad de La Plata”, provincia de Buenos Aires, República Argentina

Juan C. BIDEgain, César R. CORTELEZZI, Carlos A. PITTORI y Yamile RICO

LEMIT-CIC, Calle 52 e/121 y 122, La Plata, provincia de Buenos Aires, República Argentina
E-mail: jcbidegain@way.com.ar

RESUMEN. Sedimentos de edad cuaternaria expuestos en la excavación de la obra “Estadio Ciudad de La Plata”, 34° 57' 00" LS, 57° 57' 40" LO, fueron estudiados mediante aplicación de la metodología paleomagnética convencional. Los vertebrados fósiles encontrados en los niveles basales de la secuencia sedimentaria corresponden a *Scelidotheriinae ind.*, *Doedicurus sp.* y *Panochthus intermedius*, el último constituye el ejemplar más grande de *Glyptodontidae* registrado en la zona. De acuerdo a los datos paleomagnéticos los fósiles indicados quedan comprendidos en la zona de polaridad reversa que en el presente trabajo se asigna a la cronozona de Matuyama (>0,78 Ma). El límite Brunhes / Matuyama se determinó a 4,6 m de profundidad desde el suelo actual. En virtud de esto, el registro sedimentario correspondiente a Brunhes es el de menor potencia obtenido para la región de La Plata. Al igual que lo observado en otras localidades de la provincia de Buenos Aires, la parte superior de la Zona Reversa de Matuyama coincide con el desarrollo de un paleosuelo (ciclo húmedo) y la parte inferior de Brunhes con condiciones de clima más seco, que dieron lugar a capas de loess y sedimentos loessoides que se asocian a estadios glaciales en la Cordillera y Patagonia.

Palabras clave: *Paleomagnetismo, Paleontología, loess, Brunhes, Matuyama*

ABSTRACT. *Palaeomagnetic and Palaeontological records in loess-like Pleistocene—Holocene sediments in the Estadio Ciudad de La Plata, Buenos Aires Province, República Argentina.* Quaternary sediment layers exposed in a cave in the Estadio Ciudad de La Plata S 34° 57' 00" W 57° 57' 40", were studied by applying conventional palaeomagnetic methodology. Vertebrate fossils found at the base of the sedimentary sequence correspond to *Scelidotheriinae ind.*, *Doedicurus sp.* and *Panochthus intermedius*, the last being the largest *Glyptodontidae* found in the area. Palaeomagnetic measurements carried out on the profile indicate that the mammal fossils occur within the Matuyama Reverse Polarity Chronozone (>0,78 Ma). The Brunhes/Matuyama boundary was identified at 4,6 m below the surface of the present soil, so this record of the Brunhes Zone is the shortest normal polarity record obtained in the area of La Plata. Just like in other studied localities, the Upper Matuyama Polarity Zone coincides with development of soils (humidity) and the lower Brunhes is represented by loess and loess-like deposits corresponding to drier climate associated with a glacial stage in the Cordillera and Patagonia.

Key words: *Paleomagnetism, Paleontology, loess, Brunhes, Matuyama*

Introducción

La presente investigación se realizó en la excavación de la obra del “Estadio Ciudad de La Plata” (Fig. 1), a unos 500 m de la margen derecha del arroyo El Gato y hasta una profundidad de 8,5 m. Se diferenciaron capas sedimentarias separadas por discontinuidades litológicas, de las que se extrajeron muestras para análisis sedimentológicos y mineralógicos por microscopía óptica y por difracción de rayos X. De cada una de las capas se obtuvieron muestras representativas y orientadas para estudios paleomagnéticos y se efectuaron mediciones de susceptibilidad a equidistancias de 5 y 10 cm con ayuda de un susceptibilímetro marca Bartington MS2.

La secuencia estudiada se asocia, en sentido amplio, a los sedimentos que en la región de La Plata son

portadores de fauna “Edad Mamífero Ensenadense” y fauna “Edad Mamífero Lujanense” (Pascual *et al.* 1965) y clasificados como ensenadense, bonaerense y lujanense por Frenguelli (1957) y por Fidalgo y Martínez (1983) como pertenecientes a las Formaciones Ensenada y Buenos Aires.

De acuerdo al Dr. Tonni (com. personal), los restos de vertebrados fósiles encontrados al momento de realizarse la excavación de la obra, corresponden a *Panochthus intermedius* y *Doedicurus sp.*, ambos *Glyptodontidae*; y en los mismos niveles de la sección geológica expuesta, restos de un *Scelidotheriinae indeterminado*. Según el citado investigador, *P. intermedius* es el *Glyptodontidae* más grande encontrado en la región. En las investigaciones realizadas en las canteras de la localidad de Hernández y en la excavación del Teatro Argentino de la ciudad de La

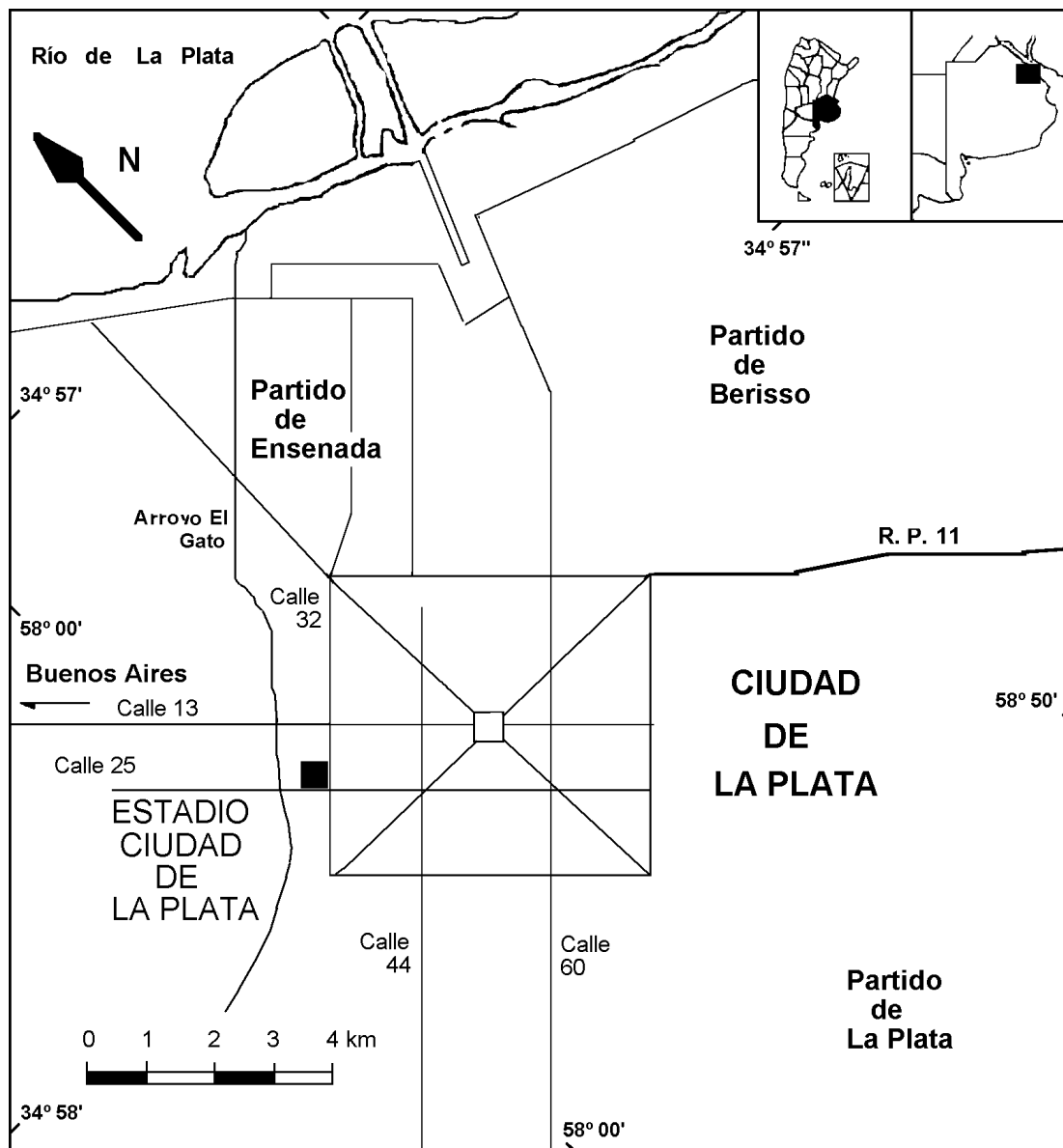


Figura 1: Ubicación del Estadio Ciudad de La Plata.

Plata, *Panochthus intermedius* fue considerado fósil guía de “Edad Mamífero Ensenadense”. Los registros fosilíferos del “Estadio Ciudad de La Plata”, quedarían comprendidos en la parte superior de la biozona de *Tolypeutes pampaeus* establecida en los estudios realizados en las canteras de Hernández (Tonni *et al.* 1999).

Estudios geológicos y paleomagnéticos

Geología

Sobre la base de los estudios geológicos se determinó la existencia de siete (7) capas sedimentarias por debajo del suelo actual, de espesores variables y

que fueron designadas con letras desde la A hasta la G, (Fig. 2). Los contactos entre las capas son netos y también transicionales y en ambos casos se constataron cambios en el registro de susceptibilidad volumétrica de campo. A partir del análisis granulométrico, se determinó el predominio de la fracción limo, que varía entre 72,1 % y 52,8 % y se clasificó al sedimento como limos gruesos y medianos. Las fracciones arena y arcilla se encuentran subordinadas a la anterior, registrándose un ligero incremento del contenido de arena desde la capa D hasta la F inclusive. El contenido de CaCO_3 es muy bajo a nulo en las capas de la base y aumenta hacia las capas del tope de la secuencia sedimentaria indicadas con las letras F y G, en ambas supera el 15 %. Esta relación se invierte en secciones geológicas ubicadas en las proximida-

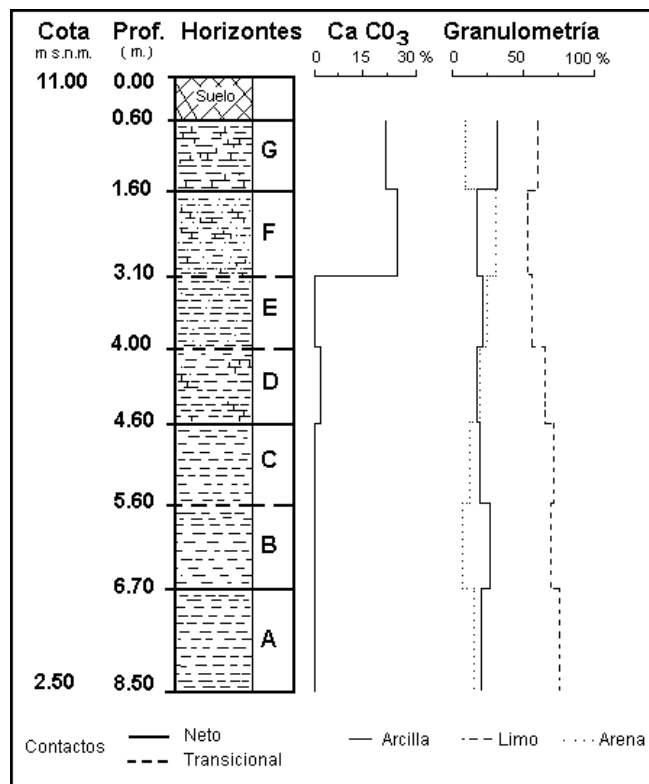


Figura 2: Perfil geológico indicando capas sedimentarias y litología del Estadio ciudad de La Plata. Se indican el porcentaje de CaCO_3 y la granulometría.

des de interfluvios (Canteras de Gorina y Hernández) en donde el contenido de CaCO_3 se incrementa hacia la base de las secuencias sedimentarias (Fm. Ensenada), tal característica evidencia los reemplazos laterales dentro de las mismas unidades formacionales.

A partir de los datos obtenidos del análisis granulométrico según Krumbein y Pettijohn (1938), se calcularon los coeficientes estadísticos (cuadro 1) de acuerdo al método de Folk y Ward (1957). Todas las muestras poseen como rasgo distintivo la bimodalidad. Sus modas principales se ubican en los intervalos limo grueso y limo mediano, mientras que las modas secundarias se encuentran siempre en las fracciones finas, a excepción de las muestras F y G que se ubican en la fracción arena fina y arcilla respectivamente.

El promedio de los valores de la mediana phi del perfil es de 4,89 phi, oscilando entre 4,40 y 5,45 phi. Los valores de desviación standard corresponden a sedimentos pobremente seleccionados, observándose un leve aumento en los valores desde la base hacia el techo del perfil, es decir disminuye el grado de selección en los sedimentos de la Fm. Buenos Aires. Los valores de asimetría varían entre muy positivos a positivos, denotándose una disminución de los mismos desde la base hacia los niveles superiores del perfil. El coeficiente de curtosis indica que las muestras de la sección inferior, desde la capa A hasta la E, son

platicúrticas, mientras que las muestras F y G son mesocúrticas y muy platicúrticas respectivamente.

La composición mineralógica de las muestras no varía sustancialmente de las indicadas por Teruggi (1955), para sedimentos similares de la provincia de Buenos Aires, no obstante, podría considerarse como rasgo distintivo la abundancia de cuarzo con extinción ondulante y escasos clastos con extinción recta. El vidrio volcánico, presente en todas las muestras, disminuye considerablemente hacia el techo del perfil, mientras que los fragmentos de pastas de rocas volcánicas aumentan. Se observan clastos y trizas de vidrio volcánico alterados, en algunos niveles, debido a fenómenos de alteración posdeposicional.

Los minerales opacos, determinados por microscopía óptica, corresponderían a magnetita y hematita, los mismos se encuentran en mayor proporción en las capas F y G, del tope de la secuencia. La hematita es también abundante en la capa E y en la capa A y mancha los fragmentos de los otros componentes mineralógicos (cuadro 2). Los minerales pesados, separados a partir del método con bromoformo, se encuentran en bajas proporciones y varían entre 0,27 y 0,86 %; cabe destacar el incremento de anfíboles y piroxenos en la capa basal.

El análisis por difracción de Rx de la fracción $< 0,0039$ mm indica la presencia de minerales amorfos en la totalidad de las muestras estudiadas, cuyo mayor contenido se observa en la muestra G (Fig. 3). También se determinó montmorillonita e illita, en porcentajes variables, destacándose la ausencia de caolinita. No es posible por esta vía, debido a los minerales amorfos, determinar óxidos y oxihidróxidos de hierro en la fracción menor de 0,0039 mm.

La montmorillonita posee baja cristalinidad y es poco expansiva, aunque el carácter expansivo se incrementa en las capas de la base del perfil, particularmente en la capa B, posiblemente en relación con el bajo contenido en CaCO_3 . La Illita, de baja cristalinidad, es poco abundante aunque en la muestra de la capa G alcanzan el 30 % del total de los minerales de arcilla.

Paleomagnetismo

Se extrajeron muestras orientadas para estudios paleomagnéticos a los fines de establecer la magnetoestratigrafía de la secuencia. La medición del magnetismo remanente natural de las muestras paleomagnéticas se efectuó en el laboratorio de paleomagnetismo de la Universidad de Buenos Aires mediante un magnetómetro criogénico (2G). Las muestras paleomagnéticas fueron desmagnetizadas por campos magnéticos alternos (cma) hasta campos pico de 70 y 120 mT (militesla) mediante empleo del mismo magnetómetro.

Cuadro 1: Coeficientes estadísticos.

Horizontes	Prof. (m)	Espesor (m)	Moda	Mediana	Media	Desvío standard	Asimetría	Curtosis	Clasificación granulométrica
G	0,60-1,60	1,00	8,00	5,45	5,80	1,47	0,26	0,55	Limo mediano arcilloso
F	1,60-3,10	1,50	4,00	4,40	4,80	1,60	0,38	0,98	Limo grueso - arena muy fina
E	3,10-4,00	0,90	4,50	4,70	5,28	1,61	0,39	0,76	Limo grueso
D	4,00-4,60	0,60	4,50	4,80	5,23	1,42	0,41	0,76	Limo grueso
C	4,60-5,60	1,00	4,50	5,00	5,45	1,35	0,41	0,81	Limo grueso
B	5,60-6,70	1,10	5,00	5,20	5,62	1,38	0,37	0,68	Limo mediano-grueso
A	6,70-8,50	1,80	5,00	4,70	5,22	1,23	0,56	0,89	Limo grueso

Se evidenciaron distintos comportamientos en el proceso de desmagnetización. Algunas muestras contienen minerales con fuerzas coercitivas más elevadas y se comportaron como “duras” frente a la desmagnetización por cma, otras se desmagnetizan a campos más bajos (“blandas”). Las primeras corresponden a niveles con mayor concentración de óxidos de hierro del tipo hematita que es un mineral con fuerzas co-

citivas más elevadas que las de la magnetita. Las muestras “blandas”, en cambio, corresponden a niveles con minerales del tipo magnetita. Esta característica fue mencionada en estudios sobre loess de las canteras de Hernández y Gorina (Bidegain 1998), situadas a 1000 y 2000 m del perfil estudiado en el “Estadio Ciudad de La Plata”.

En la Fig.4a mediante red estereográfica se indica

Cuadro 2: Componentes mineralógicos.

Muestra	Minerales livianos					Minerales pesados						
	%	Cuarzo	Feldspatos	Vidrio Volcánico	Fragmentos de rocas volcánica	%	Hornblenda	Hornblenda basáltica	Piroxenos	Circón	Granates	Minerales opacos
G	99,73	30,0	23,0	2,0	45,0	0,27	10,0	5,0	8,0	5,0	3,0	74,0
F	99,76	19,0	37,0	12,0	32,0	0,24	13,0	0,0	3,0	8,0	8,0	68,0
E	99,81	19,0	25,0	10,0	46,0	0,19	37,0	0,0	12,0	12,0	16,0	23,0
D	99,84	20,0	24,0	35,0	21,0	0,16	25,0	5,0	7,0	12,0	3,0	48,0
C	99,57	28,0	7,0	32,0	33,0	0,43	44,0	5,0	6,0	16,0	0,0	29,0
B	99,66	23,0	16,0	32,0	29,0	0,34	26,0	6,0	16,0	10,0	6,0	36,0
A	99,14	25,0	23,0	41,0	12,0	0,86	52,0	4,0	15,0	7,0	2,0	20,0

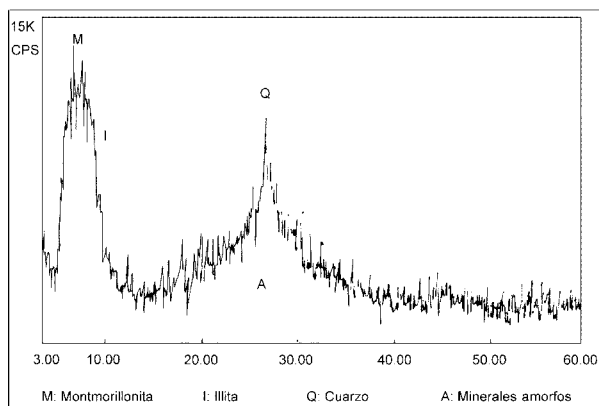


Figura 3: Difractograma de rayos X característico de la fracción arcilla (< 4 μm), correspondiente a la capa G del perfil del Estadio Único.

el comportamiento de las direcciones magnéticas de muestras representativas del perfil del Estadio, al ser sometidas a desmagnetización por cma, en la Fig. 4b se indican las curvas de desmagnetización de las mismas.

Con cuadrados llenos se representa la curva de desmagnetización de una muestra “dura” de polaridad reversa (EU2) de la capa B, la misma fue desmagnetizada hasta 120 mT de campo pico, quedando una remanencia de un 25 % de la intensidad inicial en la etapa final de desmagnetización. En este caso el CMD (campo medio desmagnetizante) es menor de 60 mT. La muestra EU9 del tope de la capa C, presenta un comportamiento intermedio en relación al grado de coercitividad de la remanencia, el CMD es menor a 25-30 mT. El comportamiento de la intensidad de la remanencia en el proceso de desmagnetización en sedimentos de la parte superior del perfil, correspondería a niveles con mayor contribución de los minerales ferrimagnéticos. Las muestras indicadas como EU10 (capa D) y EU15 (capa F) son portadoras de minerales con menor coercitividad que en el caso de la EU2 (capa A), al analizar dichas muestras se obtienen las características curvas asintóticas y el CMD es menor que 15-20 mT

Mediante diagramas de Zijderveld (Fig. 5) se indica el comportamiento de las muestras al ser sometidas a desmagnetización por campos magnéticos alternos. Consecuentemente con lo expresado más arriba, la caída “lineal” de los valores de intensidad hacia el origen es más evidente en EU10 y EU15 del llamado bonaerense (zona de polaridad normal de Brunhes) que en EU2 y EU9 del ensadense (zona de polaridad reversa de Matuyama) que a su vez presentan componentes viscosas de magnetización. No obstante, dichas componentes viscosas son eliminadas a campos magnéticos relativamente bajos de 5 y 10 mT.

En la Fig. 6 se indican los valores de MRE (Magnetización Remanente Estable) para los parámetros direccionales (declinación e inclinación), obtenidos

de la medición de las muestras de las distintas capas, como así también la zonación de magnetopolaridad establecida.

Los valores de intensidad del magnetismo remanente natural (J_0) en la capa A ($18 \times 10^{-3} \text{ A m}^{-1}$) fueron más elevados que los obtenidos en horizontes de paleosuelos ($2 \text{ a } 4 \times 10^{-3} \text{ A m}^{-1}$). Las diferencias registradas corresponden al mismo patrón de comportamiento obtenido en los estudios paleomagnéticos realizados en la región (Bidegain, 1998), en el mismo trabajo, se establece la estrecha relación entre las variaciones de los parámetros no direccionales con

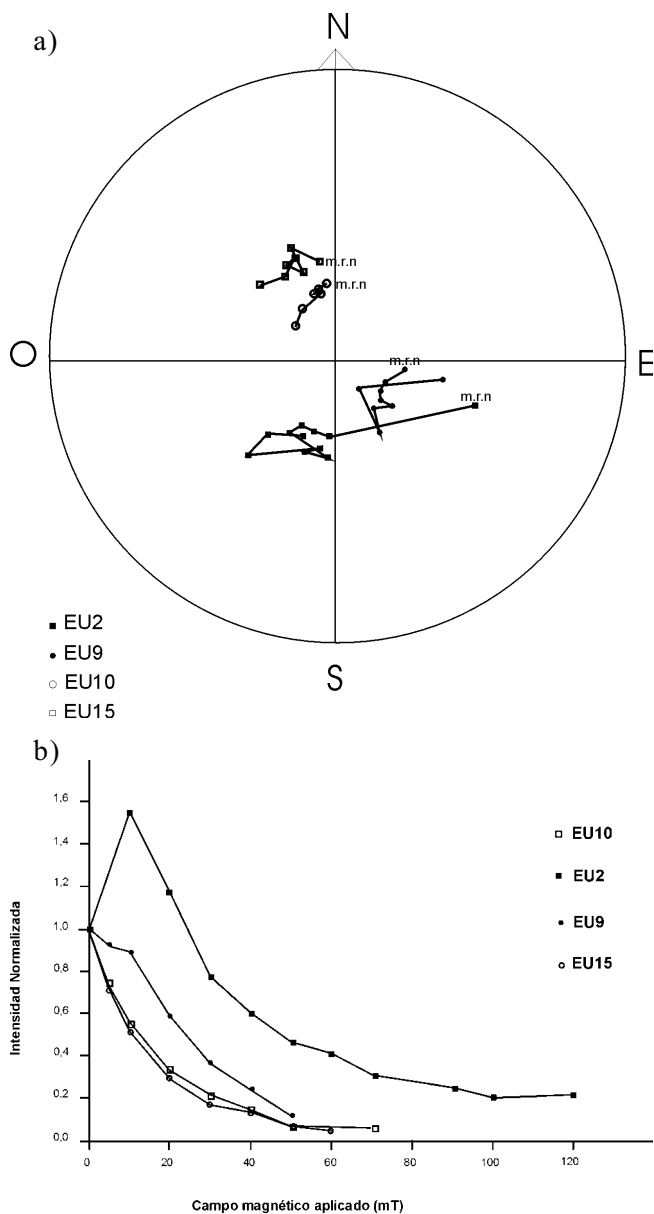


Figura 4: a, Red estereográfica que indica el comportamiento de las direcciones magnéticas de cuatro muestras representativas del Estadio Ciudad de La Plata, al ser sometidas a desmagnetización por campo magnético alterno (cma). b, Curvas de desmagnetización de cuatro muestras representativas del Estadio.

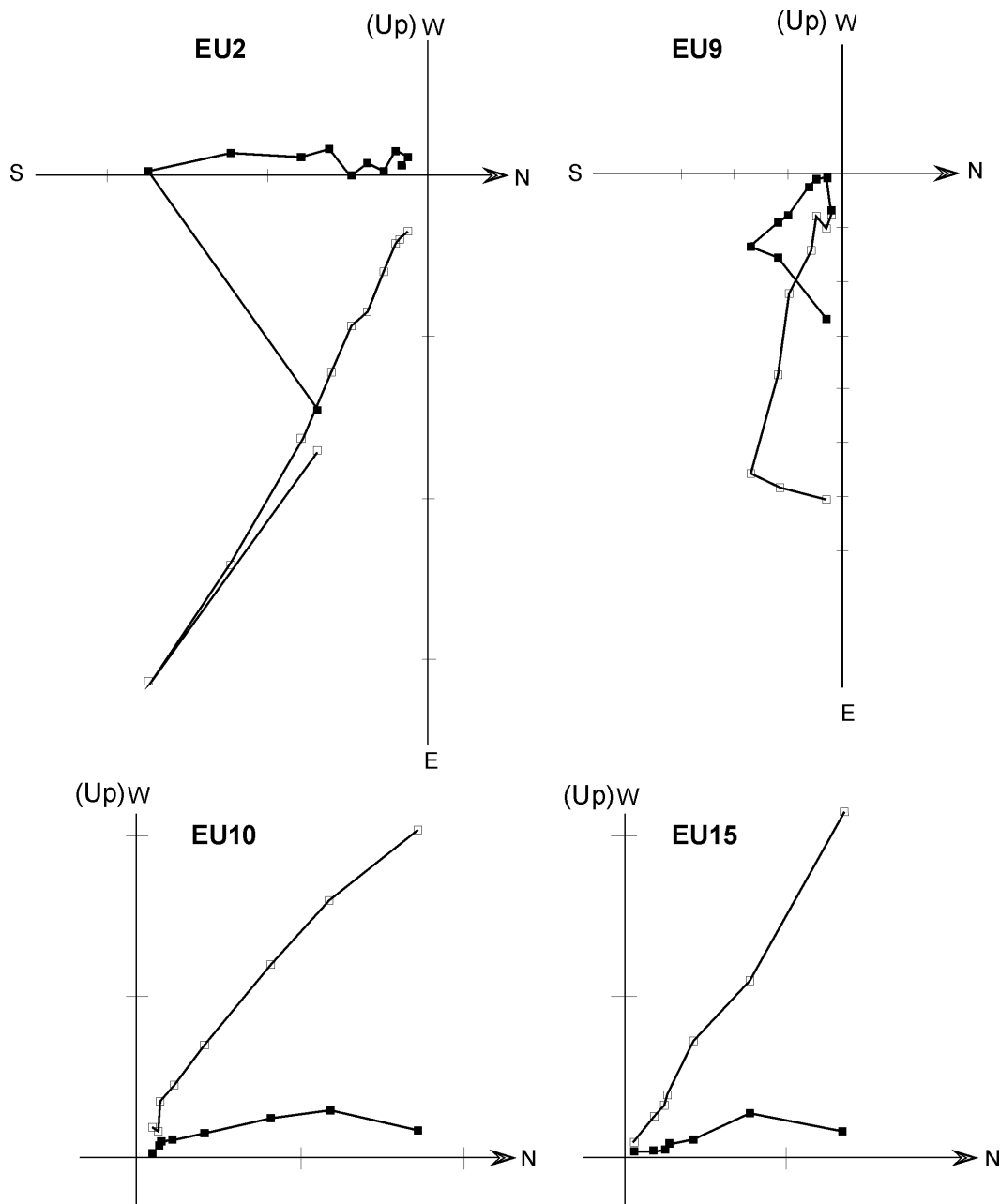


Figura 5: Diagramas de Zijderveld. EU2 y EU9 son de polaridad normal, EU10 y EU15 son de polaridad reversa.

los cambios en la concentración del hierro en su forma reducida expresado como FeO. Cabe destacar que mediante aplicación de técnicas de Magnetismo de Rocas en loess de la Formación Buenos Aires también se registró un decaimiento de los parámetros magnéticos tales como susceptibilidad e intensidad del magnetismo remanente isoterma en paleosuelos (Orgeira *et al.* 1998 y Vásquez *et al.* 1998). Dicho comportamiento se atribuye a una disminución de la concentración de minerales ferromagnéticos en los paleosuelos respecto de la concentración en el loess. Los registros magnéticos obtenidos, por los autores mencionados, en sedimentos de la Formación Buenos

Aires se relacionan con los de la cantera de Gorina (Bidegain *et al.* 2000). En este mismo trabajo, además, se determinó que los valores más bajos de intensidad del m_{rn} -y de la susceptibilidad magnética- se obtienen en los horizontes de paleosuelos hidromórficos, gris verdosos, tanto del “Ensenadense” como del “Bonaerense” y se interpretó que el decrecimiento de dichos valores, se debería a disolución de la magnetita en medio ácido.

Los cambios en el registro de susceptibilidad volumétrica generalmente coinciden con las discontinuidades litológicas, los valores más elevados se obtuvieron en loess menos afectados por procesos

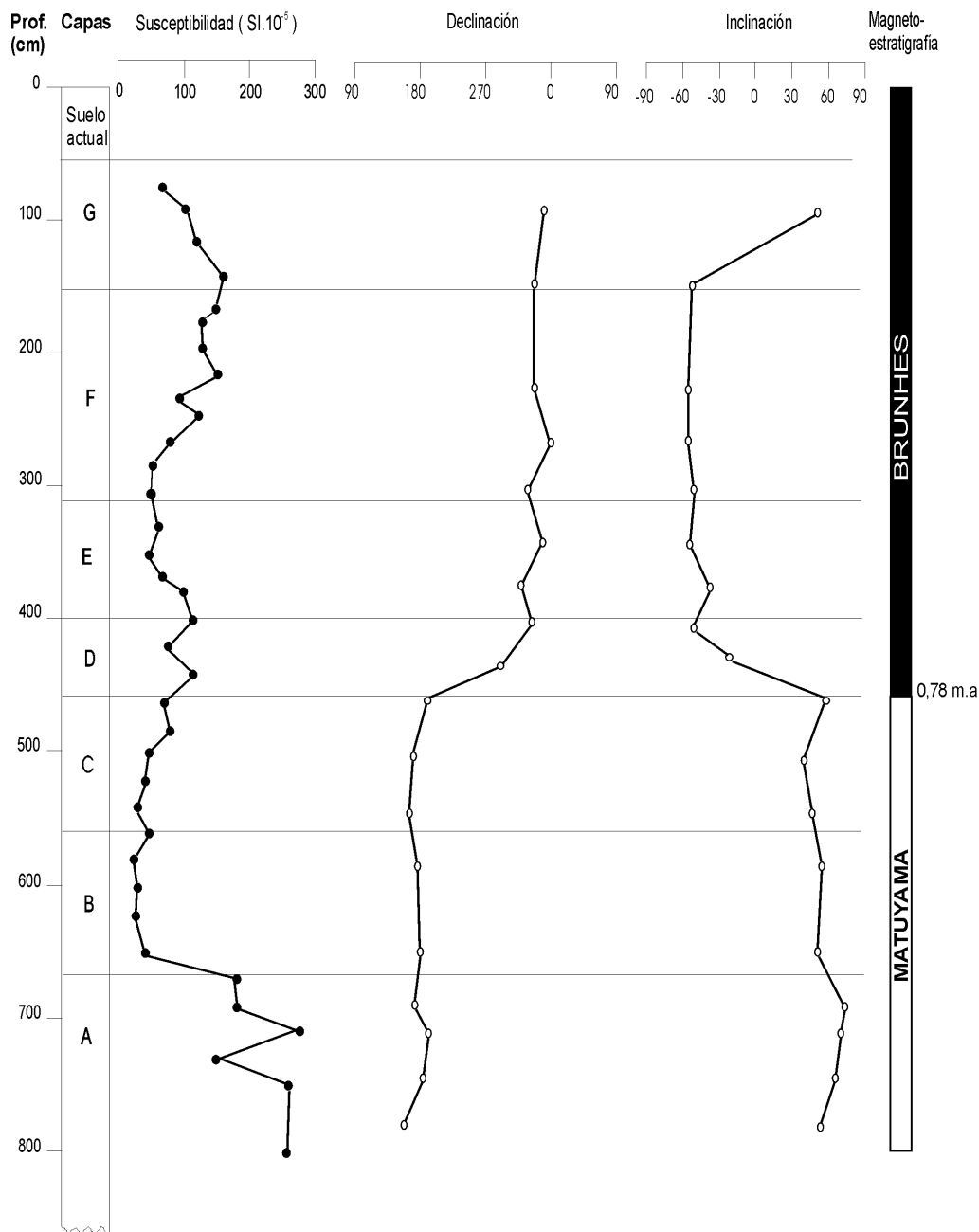


Figura 6: Parámetros direccionales (declinación e inclinación) del Magnetismo Remanente Estable, en relación con las susceptibilidad volumétrica (k) y la magnetopolaridad.

de pedogénesis, esta característica es consistente con lo establecido en otras localidades de la zona de La Plata, (Bidegain *et al.* 1996; Bidegain 1998; Bidegain *et al.* 2000). En la Fig. 7 los valores obtenidos en el Estadio se relacionan con los de la cantera de Gorina. Los valores de susceptibilidad en limos (loess) gruesos de la base del perfil del Estadio (250×10^{-5} SI) fueron unas 8 veces más elevados que en las capas de paleosuelos algo más arcillosos, gris verdosos, correspondientes a ambientes hidromórficos, capas B y C (30×10^{-5} SI).

Por otra parte se extrajeron muestras de algunos

niveles del perfil para medición de la susceptibilidad en alta (4700 Hz) y baja (470 Hz) frecuencia, los valores son consistentes con los obtenidos en la cantera de Gorina. Los valores en baja frecuencia más elevados correspondieron a la capa A de la base del perfil estudiado (Fm. Ensenada) y oscilaron entre 107 y $144 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$, los valores más bajos corresponden a las capas meteorizadas B ($11,19 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$) y C ($41,54 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$) del Ensenadense. Los niveles superiores del perfil presentan valores intermedios ($51,04 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$), que se incrementan hacia la base de la capa G en un 100% ($101 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$) indican-

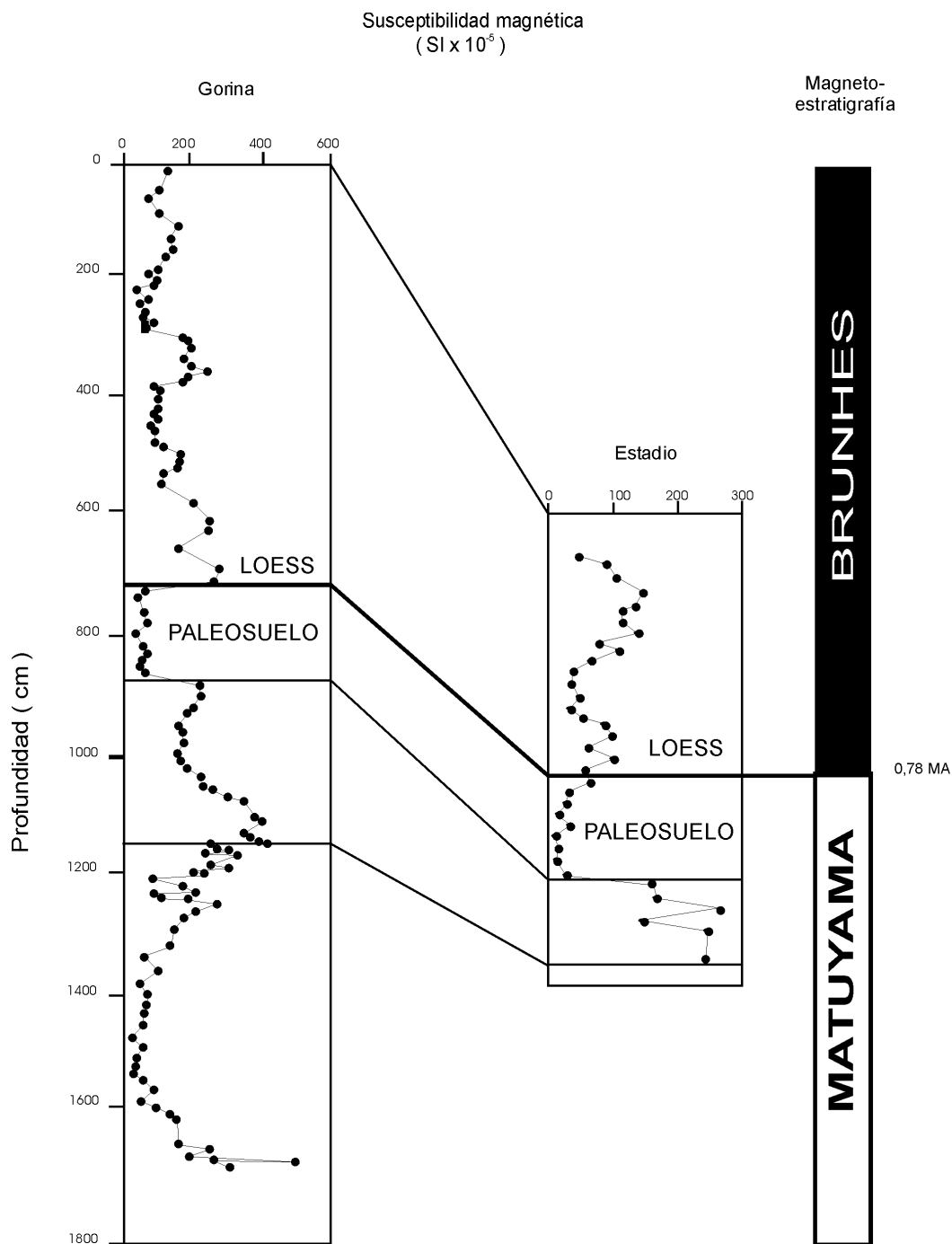


Figura 7: Correlación entre los valores de susceptibilidad volumétrica de Gorina y el Estadio y su relación con las zonaciones de magnetopolaridad.

do una menor influencia de la pedogénesis del suelo sobre el material parental. La susceptibilidad dependiente de la frecuencia o factor F ($c_f = c_{470\text{ Hz}} - c_{4700\text{ Hz}} / c_{470\text{ Hz}} \times 100$), en la mayoría de los niveles analizados, se encuentra por debajo del 5 %, no obstante, se obtuvieron incrementos significativos en las capas indicadas con B y C hasta un máximo de 8,47 % en C. Los valores más elevados corresponden al tope del paleosuelo de polaridad reversa (Matuyama), que en Gorina arrojaron valores de 7,3 % (Bidegain *et al*

2000). El loess suprayacente asignado a la base de la zona normal de Brunhes, en el mismo trabajo, presenta valores considerablemente más bajos ($c_f = 2,16\%$).

Discusión

Las zonaciones de magnetopolaridad Brunhes / Matuyama en el plateau de loess de la República Argentina han sido establecidas en un buen número de

estudios paleomagnéticos realizados por distintos investigadores. El nivel cronoestratigráfico B/M (datado en 0,78 Ma, Cande y Kent, 1995) constituye una línea de tiempo magnético, tiempo durante el cual se produce un cambio en la configuración del campo magnético terrestre de reversa (Matuyama) a normal (Brunhes). El cambio de polaridad magnética de la Tierra resulta de gran valor en geología y en paleontología del Cuaternario de la República Argentina. En el primer caso permite establecer un mejor ordenamiento secuencial de los sedimentos y en el segundo posibilita la datación relativa de los registros de vertebrados fósiles.

La posición estratigráfica (magnetozona de polaridad reversa de Matuyama) de los fósiles del Estadio, se corresponde con la de Gorina, Hernández y el Teatro Argentino, con algunas salvedades que cabe considerar. En el “Estadio Ciudad de La Plata” no se determinaron subzonas de polaridad normal dentro de Matuyama como en las otras localidades (subcronas Jaramillo y Olduvai) por lo que solamente se puede establecer que tales registros fosilíferos se ubican en un tiempo > de 0,78 Ma.

El hallazgo de *Doedicurus sp* en las canteras de la localidad de Hernández (Bidegain 1991) es el primer registro de vertebrado fósil del “Ensenadense” mencionado en el sector noroeste de la ciudad de La Plata, en virtud de que los fósiles estudiados por Tonni (1988), fueron encontrados en esa oportunidad, se-

gún el mismo autor (Tonni *et al* 1999), en los sedimentos de la parte superior del perfil en la zona de polaridad normal de Brunhes. En el mismo trabajo los autores realizan una revisión de la fauna de la localidad de Hernández diferenciando las biozonas de *Tolypeutes pampaeus* (Ensenadense) y *Megatherium americanum* (Lujanense).

Cabe consignar, que en todas los perfiles paleomagnéticos realizados en la zona de La Plata, el límite B/M coincide con un cambio litológico representado por un paleosuelo arcilloso (B₁) del tope de Matuyama (polaridad reversa) y una capa de loess de la base de Brunhes (polaridad normal).

Los valores de susceptibilidad de Gorina en relación con los del Estadio, constituyen una primera aproximación a la diferenciación de la ciclicidad paleoclimática. El mayor espesor sedimentario correspondiente a la zona de Brunhes en Gorina permite un mejor registro de la variación de los parámetros magnéticos (Fig. 7). El espesor de la capa de loess de la base de Brunhes en Gorina es de 2 a 2,20 m, en tanto que en el Estadio es de 60 cm a 1 m (capa D). Además de las diferencias en las tasas de sedimentación; el decaimiento generalizado de los valores del Estadio en relación a los de Gorina podría deberse a la acción del agua sobre los minerales ferro y paramagnéticos en los sectores topográficamente más bajos.

En la Fig. 8 se indican las zonaciones de magnetopolaridad en el sector noroeste de la ciudad de La

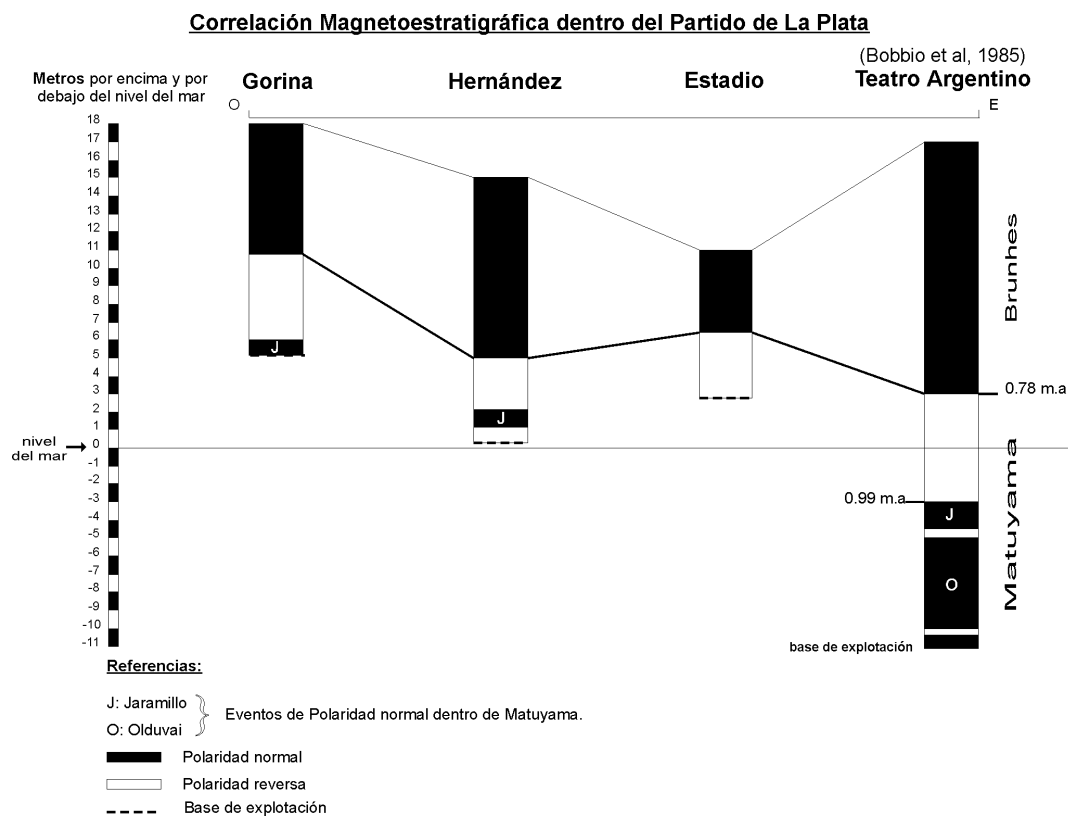


Figura 8: Correlación magnetoestratigráfica en el sector noroeste y centro de la ciudad de La Plata.

Plata, en relación con el perfil paleomagnético del Teatro Argentino, ubicado en el centro de la ciudad de La Plata, realizado por Bobbio *et al.* (1985). Hacia la izquierda de la figura, las zonaciones de polaridad se refieren a la cota del terreno.

En el esquema planteado se evidencia la posibilidad de utilización de las magnetozonas en el estudio de las geoformas del terreno durante el Cenozoico. La posición topográfica del límite B/M y de los eventos de polaridad normal dentro de la zona reversa de Matuyama reflejan las variaciones de dichas geoformas. Si bien estas variaciones son de pocos metros, como se puede observar en la Fig.8, indicarían la posición de depresiones sobre las que se construyeron las cuencas hidrográficas durante el Pleistoceno tardío y Holoceno.

En el “Estadio Ciudad de La Plata” no se obtuvieron registros que pudieran asignarse a Jaramillo (1 Ma), no obstante la tendencia desde el oeste (Gorina) hacia el este (Teatro) -sobre la base de los datos de polaridad magnética- es de aumento del paquete sedimentario.

En este contexto, el nivel cronoestratigráfico, puede ser utilizado en la estimación de la tasa de sedimentación (Nabel y Valencio, 1981). Teniendo en cuenta que el espesor de sedimentos de polaridad normal (Brunhes) en el Teatro Argentino a cota 17 m s.n.m. es de 14 m (Bobbio *et al.* 1985) y en el “Estadio Ciudad de La Plata” a cota 11 m s.n.m es de 4,6 m, el resultado del proceso depositación-erosión es claramente diferente. En el Teatro Argentino el registro aproximado es de 1,28 cm/1000 años y en el Estadio 0,59 cm/1000 años, en Gorina 0,91 cm/1000 años y en Hernández 1,15 cm/1000 años. Cabe consignar que en el sector Gorina-Hernández estos valores pueden variar aunque en todos los perfiles superan los valores del Estadio. No obstante, y teniendo en cuenta una región de extensión limitada, del orden de 50 km², el pulso depositacional, no debe haber sido muy diferente, con lo cual los distintos espesores consignados, se referirían fundamentalmente a erosión diferencial.

Conclusiones

1 - Las muestras paleomagnéticas analizadas del perfil del “Estadio Ciudad de La Plata” indican la existencia de polaridades normal y reversa.

2 - La zona de polaridad normal está representada en los 4,6 m de espesor de sedimentos de la parte superior del perfil y se asigna al cron Brunhes de polaridad normal, siendo hasta el presente el menor registro sedimentario asignado a Brunhes de la región de La Plata. El límite B/M se ubica a cota 6,40 m s.n.m.

3 - Los hallazgos de *Panochthus intermedius* y de *Doedicurus sp.*, ambos *Glyptodontidae*, y de un *Scelidoteriinae* indeterminado en el “Estadio Ciudad de La Plata”, quedan comprendidos en la zona de

polaridad reversa de Matuyama. La edad de los mismos supera los 780.000 años, no pudiéndose establecer un mayor ajuste, en virtud de la falta de registro de eventos de polaridad normal dentro de Matuyama.

Dichos fósiles se ubicarían en la biozona de *Tolypeutes pampaeus* de acuerdo a Tonni *et al.* (1999).

4 - Los valores más elevados de susceptibilidad se determinan en loess menos afectados por pedogénesis y los valores más bajos en horizontes de paleosuelos. Los incrementos de los valores de susceptibilidad de la base (capa A), se atribuyen a un aumento de la fracción ferrimagnética, por otra parte, por vía óptica se constatan fenómenos de oxidación secundaria con formación de hematita (condiciones de clima relativamente más seco). En estos mismos niveles, también se determinó un aumento de la concentración de minerales paramagnéticos tales como anfíboles y piroxenos (Cuadro 2), los cuales contribuyen positivamente en el registro de susceptibilidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, al Dr. Maiza, de la Universidad Nacional del Sur, por la realización de difractogramas de Rx y muy especialmente al Laboratorio de Paleomagnetismo de la UBA por facilitar los equipos.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bidegain, J.C., 1991. Sedimentary development, magnetostratigraphy and séquense of events of the late Cenozoic in Entre Ríos and surrounding areas in Argentina. Ph.Dr.Thesis. Paleogeophysics and Geodinamics, Department of Geology and Geochemistry, Stockholm University, Stockholm, Sweden, ISBN-91-7146-915-X. Akademityck A.B., Edsbruk, pp.1-128.
- Bidegain, J.C., Pavlicevic, R.; Iasi, R.R.; Pérez, R.H., 1996. Susceptibilidad magnética y concentraciones de FeO en loess y paleosuelos Cuaternarios como indicadores de cambios paleoambientales y paleoclimáticos. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Explotación de Hidrocarburos, Actas II:521-535. Buenos Aires.
- Bidegain, J.C., 1998. New evidence of the Brunhes/Matuyama polarity boundary in the Hernández-Gorina quarries, north - west of the city of La Plata, Buenos Aires province, Argentina, Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, A. A. Balkema, Rotterdam, Vol. 11, 12:207-229.
- Bidegain, J.C., van Velzen A., Rico Y., 2000. Parámetros magnéticos en una secuencia de Loess y Paleosuelos del Cenozoico tardío en la Cantera de Gorina, La Plata, Provincia de Buenos Aires, República Argentina. Su relevancia en el estudio de los cambios paleoclimáticos y paleoambientales (en etapa de arbitraje en la Rev. de la Asoc. Geol. Arg.).
- Bobbio, M.L., Devincenzi, S.M., Orgeira M.J., Valencio D.A., 1986. La magnetoestratigrafía del Ensenadense y Bonaerense de la ciudad de La Plata, su significado geológico, Revista de la Asociación geológica Argentina 51 (1-2):7-22. Buenos Aires.

- Cande, S.C. and Kent, D.V., 1995. Revised calibration of the geomagnetic polarity time scale for the late Cretaceous and Cenozoic. *Journal of Geophysical Research*, 100: 6093-6095.
- Cortezzi, C.R., Bidegain, J.C., Parodi, A.V., 1994. Presencia de alófono en sedimentos de los alrededores de la ciudad de La Plata, Pcia de Buenos Aires. Segunda Reunión Argentina de Mineralogía y Metalogenia. Instituto de Recursos Minerales. UNLP N°3:443-448.
- Fidalgo, F. y Martínez, O., 1983. Algunas características geomorfológicas dentro del partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires, *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. Geol. Argentina 38 (2). 263-273, Buenos Aires.
- Folk, R. L. y Ward, W. C., 1957. Brazos river: a study in the significance of grain size parameter. *Journal of Sedimentary Petrology*. 27, 3-26.
- Frenguelli, J., 1957. Geografía de la República Argentina. Neozoico T. II, tercera parte, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Buenos Aires.
- Krumblein, W.C. y Pettijohn, F.J., 1938. *Manual of sedimentary petrography*. Apleton. Century-Crofts, Inc. New York.
- Nabel, P. E. y Valencio, D. A. 1981. La magnetoestratigrafía del ensenadense de la ciudad de Buenos Aires: su significado geológico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, XXXVI (1): 7-18.
- Orgeira, M.J., Walther, A.M., Vásquez, C.A., Di Tommaso, I.M., Alonso, S., Sherwood, G., Yuang Hu y Vilas, J. 1996. Magnetismo ambiental: loess y paleosuelos de la Fm. Buenos Aires (Provincia de Buenos Aires). *Revista de la Asociación de Geológica Argentina*, 53 (1): 91-100.
- Pascual, R., Ortega Hinojosa, E.J., Gondar, D. y Tonni, E., 1965. Las edades del Cenozoico mamalífero de la Argentina con especial atención a aquellas del territorio bonaerense. *Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*, 6: 165-193.
- Teruggi, M. E., 1955. Prólogo y Apéndice en Frenguelli, J. Loess y limos pampeanos. Serie Técnica y Didáctica N 7, 85-88. La Plata.
- Tonni, E.P., Bergman, W.D., Fidalgo, F., Gentile, O., Correa, H., 1988. La fauna local de Hernández (Pleistoceno tardío), Partido de La Plata, Pcia. de Buenos Aires y sus sedimentos portadores. Segundas Jornadas Bonaerenses; Actas pp. 67-78.
- Tonni, E.P., Nabel, P., Cione, A.L., Etchichury, M., Tófaló, R., Scillato Yané, G., San Cristóbal, J., Carlini, A., Vargas, D., 1999. The Ensenada and Buenos Aires formations (Pleistocene) in a quarry in La Plata, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 12:273-291.
- Vásquez, C.A., Walther, A.M., Orgeira, M.J., Di Tommaso, M.I., Lippai, H., Alonso, S. y Vilas, J.F.A., 1998. Magnetismo de rocas y su aplicación a paleosuelos: estudio piloto en una secuencia loess-paleosuelo de la región chacopampeana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 53 (53): 83-90.

Recibido: 14 de junio, 2001

Aceptado: 10 de diciembre, 2002