

MAGNETOESTRATIGRAFÍA EN SEDIMENTOS DEL CENOZOICO TARDÍO DE LA LOCALIDAD DE VILLA CACIQUE, PROVINCIA DE BUENOS AIRES.

Mauro L. Gómez Samus¹, Juan C. Bidegain²

¹ LEMIT-CONICET 52 e 122 y 121 s/n. La Plata. CP:1900.

² LEMIT-CIC. 52 e 122 y 121 s/n. La Plata. CP:1900.

RESUMEN

La presente contribución se refiere a una sucesión sedimentaria del Cenozoico tardío expuesta en la localidad de Villa Cacique (37° 41' 19.70" S y 59° 21' 46.78" W). Las muestras paleomagnéticas se obtuvieron de una sección de 9.10 m de potencia integrada por las formaciones Barker y Las Animas. Una interpretación preliminar permite suponer que las muestras extraídas de la formación Las Animas pertenecen al cron Brunhes (< 0.78 Ma) y que las muestras extraídas de la formación Barker pertenecen al cron Matuyama (0.78 – 2.588 Ma).

Palabras clave: Cenozoico tardío, Magnetoestratigrafía, Loess, Paleosuelos

ABSTRACT

The present contribution refers to a Late Cenozoic sedimentary sequence exposed in the locality of Villa Cacique (37° 41' 19.70" S. y 59° 21' 46.78" W.). Paleomagnetic samples were collected from a section of 9.10 m that was assigned to the Barker and Las Animas formations. A preliminary interpretation of results allows us to consider that the samples collected from Las Animas formation correspond to the Brunhes chron (< 0.78 Ma) while the samples of the Barker formation correspond to the Matuyama chron (0.78 - 2.588 Ma).

Keywords: Late Cenozoic, Magnetostratigraphy, Loess, Paleosoils

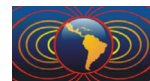
Introducción

El afloramiento en estudio corresponde a un destape realizado para la explotación de la Caliza Loma Negra. El mismo se ubica en la localidad de Villa Cacique, a una altura aproximada de 200 msnm en el Partido de Benito Juárez, Provincia de Buenos Aires.

La sucesión sedimentaria pertenece al plateau de loess pampeano, y corresponde a los sedimentos del Cenozoico tardío que cubren parcialmente el Sistema de Tandilia (Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires).

El registro del Cenozoico tardío continental de la Provincia de Buenos Aires está representado por una sucesión sedimentaria relativamente homogénea y comprende depósitos volcanoclásticos limo-arenosos y limo-arcillosos de colores castaños que fueron interpretados como loess, retrabajados en parte por acción fluvial (Teruggi, 1957).

Los estudios paleomagnéticos en sedimentos loessoides de la República Argentina comenzaron en la década del 80. Las principales contribuciones se refieren a sedimentos de la Provincia de Buenos Aires (Nabel y Valencio, 1981; Bobbio *et al*, 1986; Orgeira, 1987, 1988; Ruocco, 1989), a



sedimentos continentales y marinos del Cenozoico de Entre Ríos, Santa Fe y República Oriental del Uruguay (Bidegain, 1991) y también a depósitos glaciales del sur Argentino (Sylwan *et al*, 1991). Posteriormente, fueron publicados numerosos aportes, cuyos resultados contribuyen a construir el campo gnoseológico y metodológico de la disciplina.

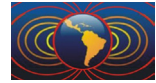
Los lineamientos generales de la estratigrafía de los depósitos cenozoicos del área pedemontana de las sierras de Tandil fueron establecidos por Rabassa (1973). El esquema estratigráfico realizado por el autor muestra cinco unidades litoestratigráficas. Las formaciones Barker, Vela y Las Animas ocupan las áreas interfluviales. En cambio, las áreas fluviales están representadas por un aluvio que se apoya en discordancia de erosión sobre la Formación Tandileufú, y ésta se apoya a su vez en discordancia sobre la Formación Vela.

En el trabajo antes citado se describe a la Formación Barker como una limolita castaño rojiza, arcillosa, de génesis probablemente eólica. A la Formación Vela como limos areno-arcillosos castaño claros, que culminan con un manto de tosca regional (Paleosuperficie Tandil), originados por la sedimentación eólica, pero con indicios importantes de acción hídrica. Ambas formaciones presentan desarrollo local de niveles psefíticos, propios de zonas pedemontanas. En discordancia erosiva sobre el manto de tosca regional, tiene lugar la depositación de limos arenosos, de color castaño amarillento, sin estructura ni estratificación, con escaso carbonato de calcio, de aspecto loessoides muy marcado, correspondientes a la Formación Las Animas. Según el mismo autor, en áreas fluviales, se depositan, en forma coetánea a los depósitos basales de la Fm. Las Animas, los sedimentos de la Fm. Tandileufú y posteriormente un aluvio reciente. En cuanto a la asignación temporal de las unidades presentes en este trabajo, Rabassa (1973) ubicó a la Formación Las Animas como correspondiente al Pleistoceno Superior-Reciente, y asignó a la Formación Barker al Plioceno – Pleistoceno Inferior? Sin embargo, debemos tener en cuenta que el límite Plio-Pleistoceno fue normalizado en 2.588 Ma en el año 2009, antes de esa fecha dicho límite se consideraba más joven.

No se conocieron trabajos posteriores referidos a estratigrafía del Cenozoico tardío de la zona hasta la publicación de Gomez Samus y Bidegain (2012) en el marco del V Congreso Argentino de Geomorfología y Cuaternario, donde se menciona, en forma preliminar, la existencia del límite Brunhes-Matuyama (0.78 Ma) en el contacto entre las formaciones Vela y Barker en la localidad de María Ignacia, a 35 km en dirección NNW de la localidad de Villa Cacique.

Metodología

El trabajo comenzó con la observación y descripción de las unidades geológicas aflorantes. Se construyó un perfil geológico teniendo en cuenta el tipo de contacto entre las capas, la continuidad o discontinuidad en la sucesión, las variaciones laterales, y entoscamientos. El muestreo paleomagnético se efectuó mediante un sacatestigos a pistón (Swedish piston), de sección cuadrada, brújula Brunton, martillo y cinta métrica. Se extrajeron 70 muestras orientadas, a equidistancias verticales de entre 3 y 50 cm. El material se colocó en cubos de plástico de 8 cm³ y se adicionó un adhesivo vinílico, no magnético, para fijar los granos y evitar así el movimiento de los mismos durante el traslado y la medición. Todas las muestras fueron medidas en el Área de Paleomagnetismo del LEMIT mediante un magnetómetro rotativo Minispin de la empresa Molspin Ltd. En una primera etapa se midieron las magnetizaciones remanentes naturales (mrn) de todas las muestras y luego se efectuó la desmagnetización por campos magnéticos alternos (cma) linealmente decrecientes, mediante un desmagnetizador de la misma empresa. El proceso de “lavado” magnético se realizó



a partir de campos bajos de 2.5 militesla (mT) a los fines de evitar la destrucción de la muestra y hasta campos pico que variaron, según los casos, entre 30 y 80 mT. De las 70 muestras medidas, se seleccionaron 40 para la elaboración del perfil paleomagnético.

Por otra parte, se tomaron 128 muestras para medición de la susceptibilidad magnética másica (χ), en baja (470 Hz) y alta frecuencia (4700 Hz) y se calculó la susceptibilidad dependiente de la frecuencia ($\chi_{f\%}$).

Análisis De Los Resultados

El afloramiento en estudio, de 9.10 m de potencia, se dividió en seis unidades (U1 – U6), individualizadas en base a discordancias que sugieren cambios en las condiciones paleoambientales (Fig. 1). En base a las características litológicas observadas en el perfil geológico, se atribuye a las unidades U1, U2 y U3 como pertenecientes a la Formación Barker y las unidades U4, U5 a la Formación Las Animas. En cuanto a la U6, caben dudas sobre su asignación a la Fm. Las Animas.

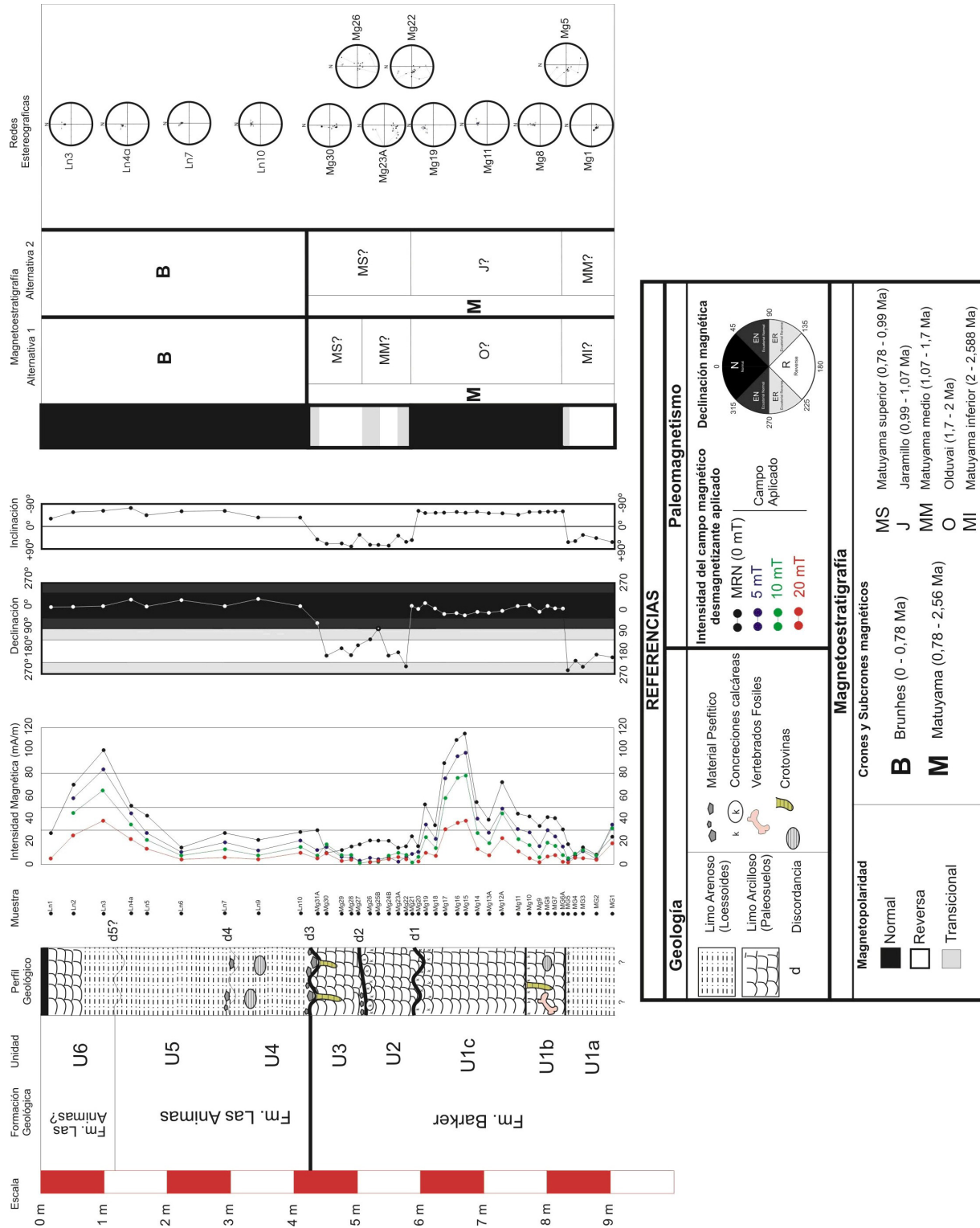
Las polaridades magnéticas obtenidas del análisis de las muestras se refieren al perfil geológico de la localidad de Villa Cacique (Fig.1). En la misma, los valores de intensidad se presentan en cuatro pasos del proceso: sin desmagnetizar, a 5 mT, a 10 mT y a 20 mT. La intensidad del mrn (I^o) varió entre 8 y 116 mA/m, a un campo pico de 5 mT entre 4 y 98 mA/m, a un campo pico de 10 mT entre 3 y 77 mA/m y a un campo pico de 20 mT entre 3 y 39 mA/m.

Las muestras extraídas de la Fm. Las Animas presentan mayor resistencia al “lavado magnético” que las muestras de polaridad normal de la Fm. Barker. Las muestras de polaridad reversa extraídas de la Fm. Barker tienden a incrementar la intensidad del magnetismo remanente en las primeras etapas del “lavado” magnético a campos pico de 2.5 y hasta 10 mT, lo cual podría deberse a procesos de remagnetización. En las muestras de carácter transicional se observa una brusca caída de la intensidad en las primeras etapas de desmagnetización, superando el 50% de la I^o a los 5 mT de campo pico aplicado, luego, la intensidad aumenta levemente hasta los 10 mT de campo aplicado. A campos más elevados, se opera una caída progresiva de la intensidad hacia el origen en los diagramas Zijderveld. Hacia la derecha de la misma Figura se indican las cuatro zonaciones de magnetopolaridad obtenidas y las redes estereográficas de algunas muestras representativas.

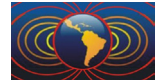
Los valores más elevados de susceptibilidad en baja frecuencia (χ_{lf}) se obtuvieron en el tope del perfil realizado (U6) ($\chi_{lf} = 400 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$). Los valores de este mismo parámetro son menores en la Fm. Las Animas ($\chi_{lf} = 299 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$) que en la Fm. Barker ($370 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$). El factor susceptibilidad dependiente de la frecuencia ($\chi_{f\%}$) es mayor en las muestras extraídas de la Fm. Barker ($\chi_{f\%} = 4.3\%$) que en las muestras de la Fm. Las Animas ($\chi_{f\%} = 1.9\%$), el mismo se incrementa notablemente en las muestras extraídas de la U6 ($\chi_{f\%} = 6.5\%$).

Consideraciones Finales

Es llamativa la ausencia de la Fm. Vela en el registro sedimentario. Dicha formación se encuentra presente en otros afloramientos de distintas localidades de la zona. Trabajos anteriores la ubican por encima de la Formación Barker (Rabassa, 1973; Gomez Samus y Bidegain, 2012) y por debajo de la Formación Las Animas (Rabassa, 1973). Consideramos dos posibles causas para dicha ausencia: por un lado, es posible que, por algún control paleo geomorfológico, los sedimentos de la Fm. Vela nunca se hayan depositado, o bien que hayan sido completamente erosionados. Los rasgos erosivos observados en el perfil apoyan la segunda opción. La gruesa acumulación de material psefitico que



REFERENCIAS	
Geología	Paleomagnetismo
<ul style="list-style-type: none"> Limo Arenoso (Loessoides) Limo Arcilloso (Paleosuelos) Discordancia 	<ul style="list-style-type: none"> Intensidad del campo magnético desmagnetizante aplicado: MRN (0 mT), 5 mT, 10 mT, 20 mT Declinación magnética Campo Aplicado
<ul style="list-style-type: none"> Material Psefitico Concreciones calcáreas Vertebrados Fósiles Crotovinas 	<ul style="list-style-type: none"> Matuyama superior (0,78 - 0,99 Ma) Jaramillo (0,99 - 1,07 Ma) Matuyama medio (1,07 - 1,7 Ma) Olduvai (1,7 - 2 Ma) Matuyama inferior (2 - 2,588 Ma)
Magnetopolaridad	Magnetoestratigrafía
<ul style="list-style-type: none"> Normal Reversa Transicional 	<ul style="list-style-type: none"> Cronos y Subcronos magnéticos MS Matuyama superior (0,78 - 0,99 Ma) J Jaramillo (0,99 - 1,07 Ma) MM Matuyama medio (1,07 - 1,7 Ma) O Olduvai (1,7 - 2 Ma) MI Matuyama inferior (2 - 2,588 Ma)



sobreyace a la discordancia erosiva, observada entre las Formaciones Barker y Las Animas (fig. 1), indicaría, además, que el agente erosivo habría sido de alta energía, probablemente fluvial.

Las direcciones de la magnetización remanente característica se evidencian como muy confiables y permiten diferenciar claramente zonaciones de magnetopolaridad en sedimentos de las Formaciones Las Animas y Barker.

Las direcciones paleomagnéticas normales obtenidas en U4, U5 y U6 indicarían que los sedimentos de la Formación Las Animas y el material original del suelo actual, se depositaron durante el Cron Brunhes (<0.78 Ma). Las direcciones de polaridad reversas obtenidas en el tope y en la base de la porción expuesta de la Formación Barker, nos permiten suponer que la fracción estudiada pertenece al Cron Matuyama (0.78 – 2.588 Ma). El hallazgo de una subzona de polaridad normal dentro de la Fm. Barker genera la posibilidad de dos alternativas diferentes: que la misma corresponda al Sub Cron Jaramillo (0.99 – 1.07 Ma) o al Subcron Olduvai (1.7 – 2 Ma).

La alternativa que sugiere que la magnetozona de polaridad normal hallada en la Fm. Barker pertenece al Sub Cron Olduvai (1.7 – 2 Ma) es sugerida por la presencia de muestras transicionales que subyacen a la discordancia erosiva observada entre las unidades U2 y U3 (d2). Esto nos lleva a pensar que un episodio erosivo, de alta energía, evidenciado por la presencia de material psefitico sobreyacente a d2, provocó una considerable pérdida en el registro, indicando que los sedimentos depositados durante el Sub Cron Jaramillo (0.99 – 1.07 Ma) habrían sido erosionados, dejando en contacto dos magnetozonas reversas: Matuyama superior (0.78 – 0.99 Ma) y Matuyama medio (1.07 – 1.7 Ma). Ambas alternativas se refieren a la escala patrón de reversiones de polaridad del campo magnético terrestre (Cande y Kent, 1995) en la Figura 1.

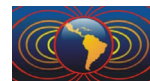
Si bien aún no se han medido otros parámetros magnéticos (MIRS, Hcr, Sratio, etc), el análisis de susceptibilidad magnética (χ_{lf}) y factor susceptibilidad dependiente de la frecuencia (χ_{fv}) permiten una primera aproximación a la caracterización magnética de las unidades en estudio. El comportamiento de los valores tanto de χ_{lf} como de χ_{fv} , contrariamente a lo que sucede en el Norte de la Provincia de Buenos Aires (Bidegain et al, 2005), son más elevados en los niveles donde aumenta el grado pedogenético (Fm. Barker). Además, en forma coincidente a lo observado por Bartel (2009), en los 90 cm superiores del perfil (U6) se registra un incremento en los valores de ambos parámetros magnéticos. Esto último sugiere que los sedimentos loésicos correspondientes al material original del suelo actual pertenecerían a un ciclo posterior de depositación, probablemente del Holoceno.

Agradecimientos

Los autores agradecen al LEMIT (CIC) y al CONICET por el apoyo económico brindado para poder realizar el presente trabajo. Al Sr. Miguel García, a la empresa Loma Negra por las facilidades otorgadas durante las estadías en Villa Cacique y a Leandro Remón por su colaboración en el trabajo de campo. Así mismo agradecemos al Laboratorio de Física Arroyo Seco (IFAS-CONICET) por haber facilitado el uso de las instalaciones y equipos.

Bibliografía Citada

Bartel, A. A., 2009. Caracterización magnética de una climo secuencia de suelos entre el sureste de la Provincia de La Pampa y el litoral Atlántico. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, Argentina. 325p.



- Bidegain, J. C., 1991. Sedimentary development, magnetostratigraphy and sequence of events of the Late Cenozoic in Entre Rios and surrounding areas in Argentina. Tesis Doctoral. Department of Geology and Geochemistry, Stockholm University, Sweden. 128p.
- Bidegain, J. C., Evans, M.E., Van Velsen, A.J., 2005. A magnetoclimatological investigation of Pampean loess, Argentina. *Geophys. J. Int.* 160, 55-62.
- Bidegain, J. C., van Velzen, A. J., Rico, Y., 2007. The Brunhes/Matuyama boundary and magnetic parameters related to climatic changes in Quaternary sediment of Argentina. *Journal South American. Earth Sciences* 23, 17-29.
- Bidegain, J. C., Rico, Y., Bartel, A., Chaparro, M. A. E., Jurado, S., 2009. Magnetic parameters reflecting pedogenesis in Pleistocene deposits loess of Argentina. *Quaternary International* 209, 175 – 186.
- Bidegain, J. C., Jurado, S., Chaparro, M. A. E., Gómez Samus, M., 2011. Magnetoestratigrafía y magnetismo paleoambiental en sedimentos del Cenozoico tardío de Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina. *Latinmag Letters, Volume 1*, Tandil, Argentina.
- Bidegain, J. C., Rico, Y., 2012. Magnetoestratigraphy and magnetic parameters of a sedimentary sequence in Punta San Andres, Buenos Aires, Argentina. *Quaternary International* 253, 91-103.
- 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 (excavación Nuevo Teatro Argentino): su significado geológico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 41 (1-2), 7 – 21.
- Cande, S. C., Kent, D. V., 1995. Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the late Cretaceous and Cenozoic: Table of ages for Cande and Kent GPTS. *J. Geophys. Res.*, 100, 6093-6095
- Gomez Samus, M. L., Bidegain J. C., 2012. Magnetoestratigrafía en sedimentos del Cenozoico Tardío de la localidad de Maria Ignacia (Vela), Partido de Tandil, Provincia de Buenos Aires. V Congreso de Cuaternario y Geomorfología. Actas Trabajos Completos, 41-50.
- Nabel, P. E., Valencio, D. A., 1981. La magnetoestratigrafía del Ensenadense de la ciudad de Buenos Aires: su significado geológico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 36, 7-18
- Orgeria, M. J., 1987. Estudio paleomagnético de sedimentos del cenozoico tardío en la costa atlántica bonaerense. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 42, 362-376.
- Orgeira, M.J. 1988. Estudio geológico y paleomagnético de los sedimentos asignados al Cenozoico tardío aflorantes en los acantilados costeros entre Mar del Plata y Miramar (Pcia. de Buenos Aires). Tesis doctoral Universidad de Buenos Aires.
- Rabassa, J., 1973. Geología superficial en la hoja “Sierras de Tandil”, provincial de Buenos Aires. *LEMIT Anales*, 3, Serie II, 115-160.
- Ruoco, M., 1989. A 3 Ma paleomagnetic record of coastal continental deposits in Argentina, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 72, 105-113.
- Sylwan, C, Beraza, L., Caselli, A. 1991. Magnetoestratigrafía de la secuencia morénica en el Valle del Lago Pueyrredón, Provincia de Santa Cruz. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 54, 235-238
- Teruggi, M.E., 1957. The nature and origin of Argentine loess. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, 322-332.
- Thompson, R., Turner, G.M., 1979. British geomagnetic master curve 10.000-0 yr BP for dating European sediments. *Geophys. Res. Lett* 6, 249-52.