



MAGNETOESTRATIGRAFÍA DE LOS ACANTILADOS COSTEROS UBICADOS AL SUROESTE DEL RÍO QUEQUÉN GRANDE, NECOCHEA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA. RESULTADOS PRELIMINARES.

Yamile Rico¹ y Juan Carlos Bidegain¹

¹ LEMIT-CIC, calle 52 e/ 121 y 122, La Plata, CP1900, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

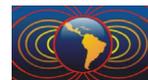
Se estudian tres perfiles (A, B y C) ubicados en los acantilados costeros al suroeste de la ciudad de Necochea. El objetivo del trabajo, es establecer un esquema magnetoestratigráfico para la zona de estudio. Los sedimentos son principalmente de origen fluvial, los depósitos eólicos (tipo loess) están restringidos al tope de las secuencias. Se reconocen facies depositacionales de textura limo-arenosa a arenosa y post-depositacionales, como paleosuelos y calcretas. Estas últimas, en algunos casos, constituyen paleosuperficies calcáreas de extensión regional. Estos sedimentos contienen minerales portadores de remanencia magnética (titano-magnetitas), que permiten registrar polaridades normales y reversas en los perfiles A y B, mientras que en el C, toda la sucesión es normal. En el perfil A, las zonas de polaridad fueron asignadas a los crones Brunhes (< 0.78 Ma), Matuyama tardío (0.99 – 0.78 Ma) y medio (1.77-1.07 Ma) y al subcron Olduvai (2.02 - 1.77 Ma). En el perfil B, la zona reversa (Matuyama) contiene niveles de polaridad normal, que se asignan al subcron Jaramillo (1.07-0.99 Ma), ausentes en el perfil anterior. La presencia de discordancias afecta en mayor medida la continuidad del registro geológico en el perfil “C” que en A y B, por ello la secuencia sedimentaria C solo presenta direcciones de polaridad normal. Se interpreta que en este caso existirían direcciones normales de distintas edades magnéticas, edad magnética Brunhes (> 0.78 Ma), Jaramillo (1.07-0.99 Ma) y posiblemente Olduvai (2.02-1.77 Ma). Refuerza esta hipótesis, la presencia de una paleosuperficie a la que se le asigna edad magnética Olduvai.

Palabras clave: Magnetoestratigrafía, Sedimentos, Pleistoceno, Necochea.

ABSTRACT

Three (A, B and C) profiles were studied on the coastal cliffs to the southwest of Necochea, in order to establish the magnetostratigraphy of the area. The sedimentary exposure is mainly integrated by materials of fluvial origin, the eolian sediments (loess-like) are restricted to the top of the sequences. The depositional facies are integrated by sandy-silts to sandy sediments; the post depositional facies are represented by different paleosols and calcretes. The calcic horizons may constitute, in some levels, calcareous paleosurfaces of regional extension. The remanent carriers are titano-magnetites which allow the record of polarity changes. In the profile A, the polarity zonation were attributed to Brunhes (< 0.78 Ma), upper Matuyama (0.99 - 0.78 Ma), Middle Matuyama (1.77 - 1.07 Ma) and Olduvai (2.02 - 1.77 Ma). In the B profile, the reverse zone (Matuyama) contains levels of normal polarity assigned to the Jaramillo subchron (1.07 - 0.99 Ma), which are absent in the previous profile. The discordances seem to have affected in higher degree the sedimentary continuity in C than in A and B profiles, consequently the records obtained in C are only of normal polarity. However, this not necessarily means that the whole section should be assigned to Brunhes, and it is suggested that all of the normal directions obtained in C might correspond to different magnetic ages, as Brunhes (> 0.78 Ma), Jaramillo (1.07-0.99 Ma) and possibly Olduvai (2.02-1.77 Ma). The existence of one paleosurface related to Olduvai (profile A) may reinforce such hypothesis.

Keywords: Magnetostratigraphy, Sediments, Pleistocene, Necochea.



Introducción

La presente contribución comprende el estudio geológico y paleomagnético de tres perfiles realizados en los acantilados costeros, ubicados al suroeste del Río Quequén Grande, ciudad de Necochea. El perfil “A”, se halla ubicado a los 38° 37' 21” lat. Sur y 58° 49' 42” long. Oeste, el perfil “B”, a los 38° 37' 42” lat. Sur y 58° 51' 08” long. Oeste y el perfil “C”, a los 38° 40' 48” lat. Sur y 59° 01' 55” long. Oeste (fig. 1). El río Quequén Grande, de régimen permanente, es el curso de mayor importancia en la llanura inter-serrana y su valle se encontraría bajo control estructural (Zárate y Rabassa, 2005), coincidiendo con el límite entre el sistema de Tandilia y Ventania (Fryklund *et al.*, 1996). Las playas asociadas a acantilados activos en esta zona de estudio, son angostas, generalmente carecen de bermas estables y están limitadas por plataformas de abrasión rocosas en los sectores submareales (Isla *et al.* 2005).

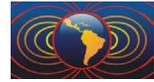
Los sedimentos que afloran en los acantilados marinos de la costa suroeste de la provincia de Buenos Aires, han sido intensamente estudiados durante el siglo XX, desde el punto de vista geológico y paleontológico, particularmente en el sector comprendido entre las ciudades Mar del Plata y Miramar (Ameghino, 1908; Frenguelli, 1921, 1928; Kraglievich, 1952, 1959; Teruggi, 1957; Cortelezzi, 1962; Pascual *et al.*, 1965; Teruggi *et al.*, 1974; Tonni y Fidalgo, 1982; Fasano *et al.*, 1984; Zárate y Fasano, 1984; Tonni *et al.*, 1987; Zárate, 1989; Violante y Parker, 1992; Zárate y Blassi, 1993; Imbellone, P.A., 1999). Los primeros estudios paleomagnéticos realizados en la zona, corresponden a Orgeira y Valencio (1984), Orgeira (1987, 1988, 1990), Roucco (1989, 1990) y Bidegain *et al.* (1998). Los trabajos de investigación más recientes, comprenden el estudio interdisciplinario de estos acantilados en un tramo de mayor extensión (hasta la ciudad de Necochea), mediante la utilización de nuevas metodologías (Heil *et al.*, 2002; Bidegain, *et al.*, 2005b; Beilinson, 2009; Soibelzon, *et al.*, 2009, 2010; Cenizo, 2011; Bidegain y Rico, 2012; Rico y Bidegain, 2012).



Figura 1. Mapa de ubicación de los perfiles A, B y C.

Metodología

La metodología de trabajo utilizada, comprende estudios geológicos y paleomagnéticos. En primer lugar, se realizó la descripción geológica de campo, diferenciando los distintos estratos con base en su color, textura al tacto, estructuras, tipos de contacto (concordante, discordante), espesor, continuidad lateral y rasgos epigenéticos, como paleosuelos y calcretas. Una vez definida la sucesión de estratos, se realizó la extracción de muestras totales de aproximadamente 1 kg y de muestras paleomagnéticas, de 8 cm³. La extracción de muestras paleomagnéticas, se realizó mediante la utilización de un sacatestigos de sección cuadrada, de material no magnético (hidrobronce), orientadas respecto al norte, con brújula geológica, cada 5 y 20 cm de separación y fijadas con adhesivo vinílico en porta-muestras cúbicos. En el laboratorio de paleomagnetismo de la ciudad de La Plata, mediante la utilización de un magnetómetro rotativo marca Molspin y un desmagnetizador por campos magnéticos alternos, se midió el magnetismo remanente natural (MRN) y se determinó la magnetización remanente característica (MRC), para un total de 135 muestras.



Para la obtención de la MRC, las muestras fueron desmagnetizadas mediante la aplicación de campos magnéticos alternos desde 2.5 mT (militesla) hasta campos pico de 80 mT, a intervalos variables entre 2.5 - 5 y 10 mT. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el Software SUPER-IAPD-99, y se construyeron estereogramas, diagramas de Zijderveld y curvas de desmagnetización.

Resultados

Los depósitos sedimentarios estudiados, afloran en el sector de acantilados marinos que se observan a lo largo de la costa alternando con sectores de médanos. La altura de estos acantilados es muy variable, no superan los 7 m en general y en su mayoría se encuentran activos. Cuando la marea se encuentra baja, es común observar al pie de los mismos, el desarrollo de una amplia plataforma de abrasión ó restinga, afectada fundamentalmente por la acción del oleaje y ecosistemas biológicos. La presencia de niveles calcáreos de dureza y morfologías diferentes, ya sean laminares, nodulares, tipo panal de abejas o pulverulentas, es frecuente en los perfiles estudiados y afectan gran parte de los depósitos sedimentarios. En algunos casos, constituyen superficies planas, relativamente horizontales y continuas, que conforman verdaderas paleosuperficies, que pueden seguirse lateralmente a lo largo del acantilado por cientos de metros. En otros, la acción erosiva de los cursos de agua, genera superficies muy irregulares.

Se constata el predominio de sedimentos tipo loess retrabajados por acción fluvial, de textura limo arenosa en general y estructura laminar fina a gruesa. La presencia de depósitos de origen netamente eólicos es poco frecuente y se encuentra restringida al sector superior de los perfiles. Si bien la mayoría de estos sedimentos presenta rasgos pedogenéticos diferenciables a escala mesoscópica, el registro de horizontes B con desarrollo de estructura, es limitado, no sólo en su espesor, sino respecto a su continuidad lateral. Estos remanentes de horizontes B, se observan yaciendo sobre un nivel de tosca y no superan los 25 cm de espesor. Los procesos de erosión fluvial y la abundante precipitación de carbonato de calcio, parecerían condicionar el registro de los mismos.

La reconstrucción del perfil "A" (fig. 2), se realizó a partir de la interpretación de una sección de 180 m de extensión, debido a la significativa variación lateral observada en los niveles medios del mismo, ya sea por la presencia de discordancias erosivas, como por la existencia de variaciones de facies. Se diferenciaron 7 niveles calcáreos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7), en su mayoría de morfología laminar y muy duras, aunque también se observan nódulos, estructuras tipo panal de abejas y calcretas arcillosas. En relación a los niveles T1 y T2, se determinó la existencia de paleosuperficies (S1 y S2 respectivamente), aunque cabe resaltar, que S2 se observa con mayor claridad y continuidad lateral. En la base del perfil "A", aflora un depósito arenoso, masivo, con rasgos de bioturbación (A), sobre el cual se desarrolla un nivel de tosca laminar muy duro (T1/S1) y se conserva el remanente de un horizonte Btk de paleosuelo, de unos 10 cm de espesor. Por encima de S1, se depositan sedimentos de relleno de canal (B), color rojizo, con estratificación entrecruzada en artesa y laminación fina muy marcada en algunos sectores del tope de esta unidad, afectados por material carbonático muy duro, que constituye la paleosuperficie S2. En los sectores del acantilado más expuestos a la acción del oleaje, S2 se aprecia como un plano relativamente horizontal, que se proyecta lateralmente a lo largo de toda la sección estudiada, por debajo de una hendidura muy marcada (fig. 2). La falta de cemento y escasa cohesión del material (C) que se deposita por encima de la paleosuperficie, propician la erosión actual del mismo, generando una profunda hendidura a lo largo del acantilado, que ocasiona la caída, en grandes bloques, del material carbonático suprayacente (T3). Este paquete calcáreo, tiene unos 0.80 m de espesor, es de color grisáceo, muy duro, tiene una marcada laminación horizontal que pasa a mamelonar hacia el tope, base y techo muy bien definidos. En algunos sectores, donde la concentración de carbonato de calcio decrece significativamente, es posible apreciar el material hospedante (D). Se trata de un depósito color castaño rojizo, con estructura laminar gruesa, y textura limo arenosa. Hacia el tope, se registra la existencia de un horizonte Btkg de paleosuelo, de unos 0.25 m de espesor en el sector muestreado, fuertemente estructurado en prismas subangulares, con moteados de hierro-manganeso y rizoconcreciones de carbonato de calcio, que evidencian actividad radicular y el pasaje de un clima húmedo a seco. En relación a este horizonte, se constata la presencia de una paleosuperficie (S3). En discordancia, yace un sedimento



limo arenoso (E), que presenta intercalaciones de finas láminas de arcilla color anaranjada, que le confieren al material la estructura laminar y cierta dureza en seco. Presenta abundantes pátinas y dendritas de hierro-manganeso, escasas tosquillas diseminadas y en el tope un nivel de calcretas (T4) de origen pedogenético (rizoconcreciones). Por encima de T4, se deposita en concordancia, un sedimento (F) con características similares al descrito anteriormente, aunque en este caso, sobre la cúspide de dicho estrato se desarrolla un nivel de tosca laminar muy duro (T5), relativamente horizontal y continuo, posiblemente originado por antiguas fluctuaciones del nivel freático. En algunos sectores del perfil, se observa un resalto areno limoso (G), de espesor variable (entre 0.10 y 0.90 m), friable, masivo, muy homogéneo, con abundante proporción de arena gruesa diseminada por todo el material y lentes de arena gruesa en la base del mismo. La unidad H, yace en discordancia erosiva sobre la unidad anterior y también suele observarse en contacto con la tosca T3. Es un depósito limo arenoso, que presenta una marcada estructura laminar, abundantes pátinas y concreciones de hierro-manganeso, e intercalaciones de tabiques de tosca dura, que se incrementan hacia el tope hasta conformar un nivel de calcretas laminares (T6) de unos 0.60 m de espesor. Sobre estas, se depositan en discordancia erosiva, los diamictos (I) que se observan en el tope del perfil, coronados por un

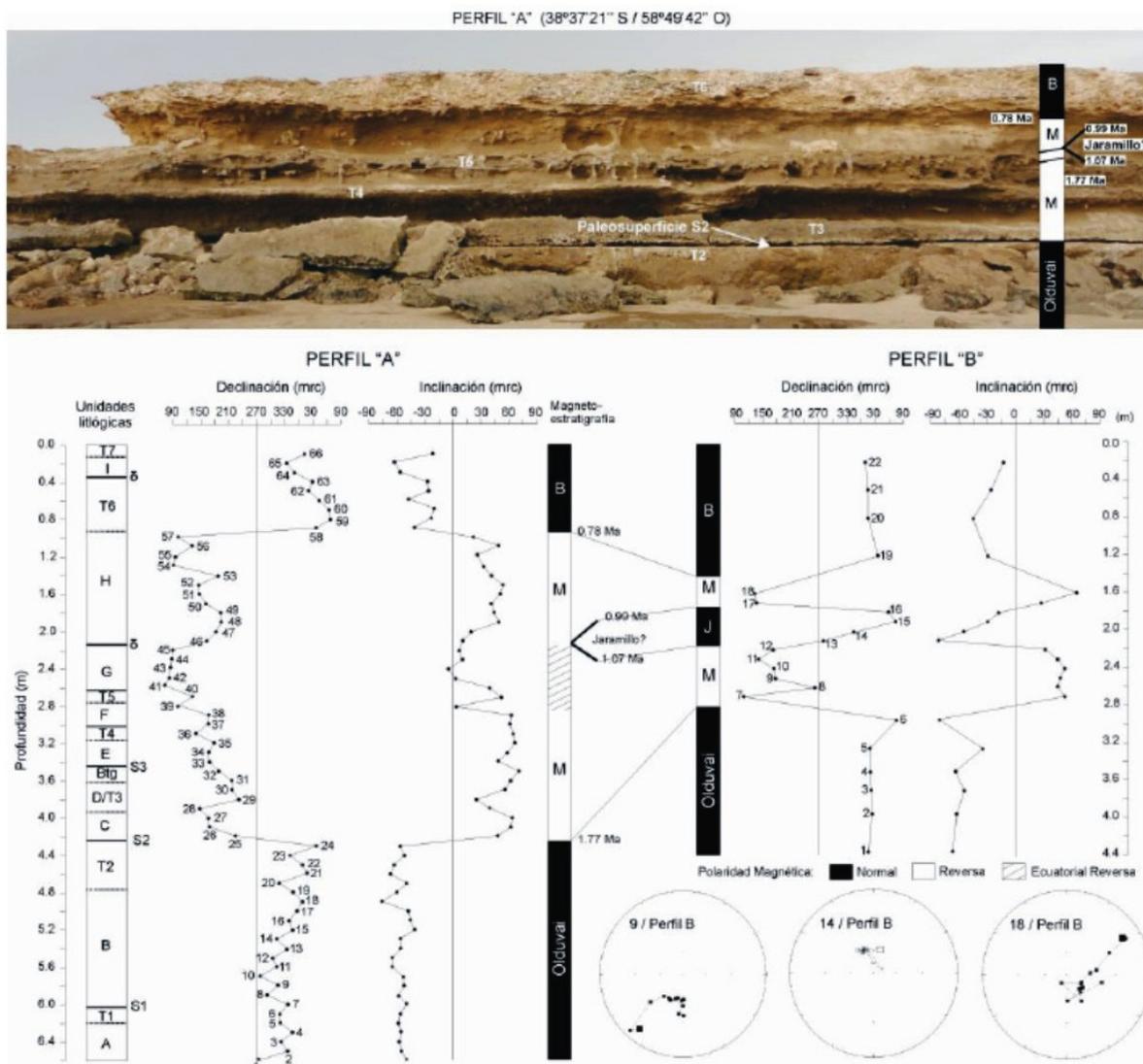


Figura 2. Fotografía de un sector del perfil A, donde se indica con una flecha la ubicación de la paleosuperficie S2 y la columna magnetoestratigráfica obtenida. Debajo, se representan los resultados paleomagnéticos obtenidos en los perfiles A y B.

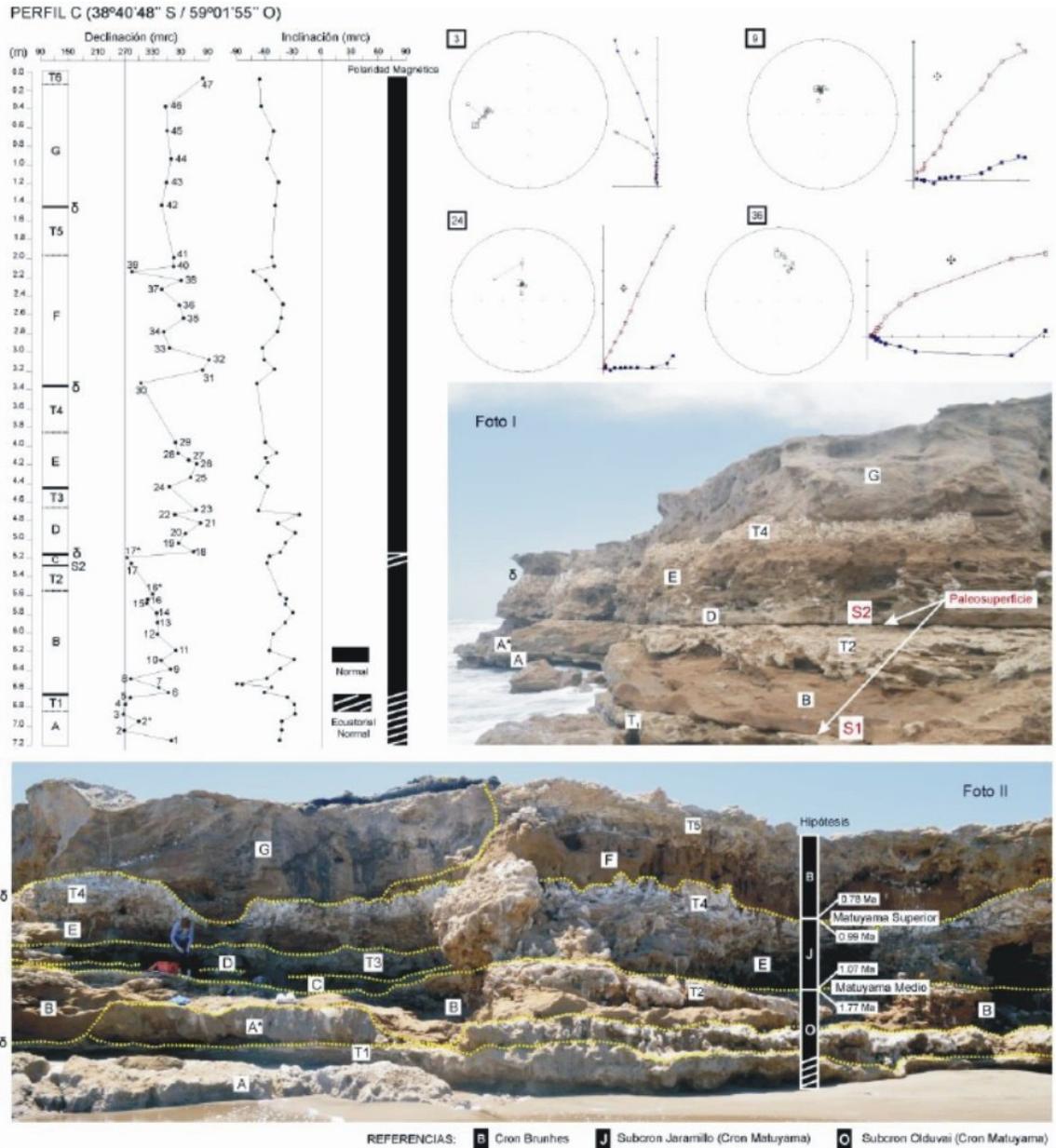
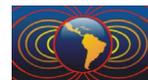


Figura 3. Resultados paleomagnéticos obtenidos en el perfil C. Foto I: se destacan las paleosuperficies S1 y S2. Foto II: se resaltan los contactos entre las unidades diferenciadas en el campo y la columna magnetoestratigráfica propuesta.

nivel de tosca laminar muy duro (T7).

La descripción geológica realizada para el perfil “B” será omitida en esta contribución, debido a su similitud con el perfil anterior. Se constata la continuidad lateral de gran parte de los niveles descritos anteriormente. El muestreo paleomagnético en este perfil, se realizó con menor grado de detalle, con el objeto de reforzar los resultados obtenidos en los otros perfiles.

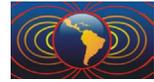
En el perfil “C” (fig. 3), los sedimentos se encuentran intensamente afectados por depósitos de carbonato de calcio, que en algunos sectores, invaden totalmente el material hospedante. En la base del acantilado, aflora un sedimento castaño rojizo (A), compacto, de 0.45 m de espesor, limo arenoso, pedogenizado, sobre el cual se desarrolló un nivel de tosca laminar, de unos 10 cm de espesor, que podría correlacionarse con la tosca T1 del perfil “A”. Por encima, se deposita en concordancia, un material fuertemente cementado



por carbonato de calcio (A*), color grisáceo y que a pesar de su dureza, en algunos sectores del perfil, ha sido erosionado totalmente. Esta superficie de erosión irregular, discordante, evidencia un proceso de rejuvenecimiento del paisaje, un cambio en el nivel de base global, con generación de nuevos cursos de agua, que originaron depósitos limo arenosos con estratificación en artesa y laminación fina horizontal (B). Esta unidad, es afectada en su sección media a superior, por un nivel de calcretas laminares (T2), que marcan el fin de un ciclo de sedimentación. En relación con el tope de T2, se observa el desarrollo de una paleosuperficie plana (fig. 3 / FotoI), que se extiende lateralmente a lo largo del acantilado y que podría correlacionarse con la paleosuperficie S2, descrita en los otros perfiles. Refuerzan esta hipótesis, la similitud de los depósitos que se observan por debajo de la misma, en los tres puntos de estudio. Por encima de T2, yace en concordancia un estrato compacto (C), de unos 0.20 m de espesor, limo arcilloso, con rasgos hidromórficos muy marcados, que se observa parcial o totalmente truncado. La unidad D, de 0.70 m de espesor, es un sedimento areno limoso, color grisáceo, muy compacto, con marcada estructura laminar y abundantes nódulos e infiltraciones de carbonato de calcio que se incrementan hacia el tope, dando origen a la formación de un estrato calcáreo (T3) de unos 0.25 a 0.30 m de espesor. Por encima, yace en discordancia un sedimento limo arenoso (E), color castaño rojizo (debido al incremento de la fracción fina), de 1.10 m de espesor en el sitio muestreado, de similares características al anterior en cuanto a su estructura (laminar), pero con evidencia de actividad biológica, tanto vegetal (marcas de raicillas) como animal (cavidades tubulares). Esta unidad, es afectada por un nivel de calcretas (T4), de unos 0.50 m de espesor, que se caracteriza por el mayor grado de intensidad y pureza de su color blanco. Yaciendo en discordancia sobre el nivel anterior (T4), se observan sedimentos correspondientes a dos diferentes ciclos de sedimentación. La unidad F, no presenta estructuras visibles de origen fluvial como las otras, por lo que se trataría de un depósito en manto (Loess) de origen eólico. Tiene un espesor promedio de 1.40 m, es un sedimento limo arcilloso, intensamente pedogenizado, sobre el cual se precipitaron los carbonatos T5, de consistencia blanda. Por debajo de estas calcretas, el material se desagrega fácilmente en pequeños bloques angulares, es de color amarillento y presenta abundantes nódulos de hierro neoformados, rizoconcreciones, marcas de raicillas y dendritas de óxidos de hierro-manganeso. Estos pedo-rasgos, evidencian la alternancia de procesos de oxido-reducción y una marcada estacionalidad (seco/húmedo), posterior a la depositación del loess. Los diamictos (G), que se observan en el tope de la sucesión, yacen en discordancia erosiva sobre la unidad F, aunque también suelen hacerlo sobre la tosca T4, cuando el manto de loess (F) no se observa. Las mediciones paleomagnéticas y la interpretación geológica de campo permiten asignar a los depósitos una edad magnética tentativa, ya que se trata de un trabajo de investigación que se encuentra en desarrollo. En el perfil "A" los valores de intensidad (MRN) varían entre 1.52 mA/m y 137 mA/m, en el perfil "B" entre 12.62 y 95.6 mA/m y en el perfil "C", entre 3.87 y 126.63 mA/m. Los valores evidencian un rango de variación semejante en los tres perfiles y no permiten establecer una relación entre los mismos y la litología. Se observa cierta tendencia al incremento en niveles limo arenosos que presentan estructura laminar primaria. Posiblemente, en este tipo de depósitos, el mecanismo de sedimentación favorezca la orientación de un mayor número de partículas magnéticas, generando de esta manera, el incremento del valor de intensidad. En los diamictos, la dispersión de los valores se podría relacionar con la caótica estructura interna del mismo.

Las curvas de desmagnetización, evidencian comportamientos diferentes, pero en general, las muestras pierden el 80 % de su valor de intensidad inicial a campos menores a 25 mT (militesla), por lo que el proceso de desmagnetización por debajo de 25 mT de campo pico se realizó a intervalos variables de 2.5 y 5 mT. Este procedimiento se efectuó a los fines de no destruir la remanencia y obtener valores confiables que permitan definir la MRC. Por encima de 30 mT, la mayoría de las muestras analizadas pierde el 90% de su intensidad inicial, por lo que la MRC se define por debajo de dicho campo.

Los valores de declinación e inclinación del MRC, obtenidos para el perfil A (fig.2), permitieron definir dos zonas de polaridad normal y una de polaridad reversa, en la que se intercala una subzona con valores de declinación ecuatoriales. La zona de polaridad normal que se observa en el tope de la secuencia, tiene un



espesor aproximado de 1m, se asigna al cron Brunhes (< 0.78 m.a) y se registra en relación con los niveles de tosca T6, T7 y los diamictos (I). Por encima de la paleosuperficie S2, se registran 3.2 m de sedimentos de polaridad reversa que se asignan al cron Matuyama, aunque la presencia de una subzona ecuatorial por debajo del contacto discordante entre las unidades G y H, podrían indicar que el subcron Jaramillo ha sido erosionado. Esta hipótesis se refuerza con el hallazgo de un estrato laminar de polaridad normal en el perfil B, que yace por debajo de un nivel que por sus características litológicas y su polaridad magnética, podría correlacionarse con el nivel G. Soibelzon *et al.* (2005), mencionan la presencia de *Mesotherium cristatum* en el perfil de Punta Negra, muy cercano al perfil A, en relación con estos niveles reversos y sugieren acotar la edad magnética de los mismos a Matuyama superior (0.99 - 0.78 Ma). Si tomamos como cierta la hipótesis de que el subcron Jaramillo (1.07 - 0.99 Ma) ha sido erosionado en el perfil A, los niveles de polaridad reversa que se encuentran por debajo de la superficie de erosión mencionada anteriormente (δ), podrían asignarse a Matuyama medio (1.77 - 1.07 Ma) y los de polaridad normal que se encuentran por debajo de la paleosuperficie S2, al subcron Olduvai (2.02 - 1.77 Ma).

Para la determinación de la magnetoestratigrafía del perfil C (fig. 3), se midieron 47 muestras paleomagnéticas. La sucesión sedimentaria, es íntegramente de polaridad normal, sólo en algunos niveles se observa cierta tendencia ecuatorial, principalmente al pie del acantilado. Sobre la base de estos resultados, podríamos asignarle a toda la secuencia una edad magnética menor a 0.78 Ma (Brunhes), aunque la existencia de varias superficies de erosión que afectan la continuidad del registro geológico (ver descripción geológica), permitirían sugerir la existencia de depósitos más antiguos. Si la paleosuperficie que se observa en el perfil C, en coincidencia con la tosca T2, resultara ser la misma que se observa en el perfil A, indicada como S2, los sedimentos que se encuentran por debajo de la misma en el perfil "C", corresponderían al subcron Olduvai. Por encima de S2, no se descarta la presencia del subcron Jaramillo.

Si bien no se dispone de otro tipo de datación o de información paleontológica hasta el momento, entendemos que la edad establecida mediante paleomagnetismo brinda una primera aproximación al establecimiento de la edad relativa de los depósitos sedimentarios objeto de estudio.

Conclusiones

Los depósitos sedimentarios que afloran en los acantilados costeros ubicados al suroeste del río Quequén Grande, contienen minerales magnéticos (titano-magnetitas), que permiten determinar la polaridad magnética de los mismos.

El rango de variación de los valores de intensidad del MRN es semejante en los tres perfiles estudiados, empero, no es posible establecer una clara correspondencia entre los mismos y el material analizado.

Durante el proceso de desmagnetización por campos magnéticos alternos, la mayoría de las muestras pierde el 80 % de su valor de intensidad inicial a campos menores a 25 mT. Por encima de 30 mT, pierden más del 90 % de su intensidad inicial, por lo que la magnetización remanente característica (MRC), se define por debajo de dicho campo.

Los procesos pedogenéticos y de calcretización parecen no afectar los resultados paleomagnéticos.

Para definir la magnetoestratigrafía de estas sucesiones sedimentarias, es indispensable que los resultados paleomagnéticos y paleontológicos, sean interpretados sobre la base de una detallada descripción geológica de campo. Si bien la falta de continuidad en el registro geológico, evidenciada por la existencia de discordancias, complejiza dicha interpretación, la identificación de niveles guía posibilitaría un mejor ajuste. La existencia de una paleosuperficie de extensión regional (S2), reconocible en los tres perfiles, permite correlacionarlos. En los perfiles A y B, las zonas de polaridad normal y reversa, por encima de la paleosuperficie calcárea S2, permiten asignar a estos sedimentos una edad menor a 1.77 Ma, es decir Pleistoceno Inferior – Holoceno y a los que se encuentran por debajo, una edad inferior a 2.02 Ma. En el perfil C estarían representadas distintas edades magnéticas de polaridad normal, tales como Brunhes (> 0.78 Ma), Jaramillo (1.07 - 0.99 Ma) y Olduvai (2.02 - 1.77 Ma).

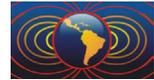


Agradecimientos

Agradecemos al LEMIT (CIC) por el apoyo económico brindado y al Lic. Mauro Gomez Samus por su colaboración en el trabajo de campo.

Referencias

- Ameghino, F., 1908. Las formaciones sedimentarias de la región de Mar del Plata y Chapalmalal. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 3 (X): 343-428.
- Beilinson, Elisa, 2009. Análisis de facies y paleoambiental de alta resolución de la aloformación Punta San Andrés (Plio-Pleistoceno), provincia de Buenos Aires, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and basin analysis*, Vol 16 (1) 2009, 57-74.
- Bidegain, J.C., Martinez, G.A., Osterrieth, M.L., Van Velzen, A.J., 1998. Magnetoestratigrafía de la secuencia cenozoica tardía de Camet (Norte de Mar del Plata) provincia de Buenos Aires. *5 Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses* 2, 235-238. La Plata.
- Bidegain, J.C., Osterrieth, M.L., Van Velzen, A.J., Rico, Y., 2005b. Geología y registros magnéticos entre arroyo La Tapera y Santa Clara del Mar, Mar del Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60 (3): 599-604.
- Bidegain, J.C. y Rico, Y. 2012. Magnetostratigraphy and magnetic parameters of a sedimentary sequence in Punta San Andres, Buenos Aires, Argentina. *Quaternary International* 253, 91-103.
- Cenizo M.M., 2011. Las sucesiones sedimentarias continentales expuestas en Centinela del Mar, provincia de Buenos Aires, Argentina (Pleistoceno Inferior-Holoceno). *Estudios Geológicos*, 67 (1), 21-39. ISSN: 0367-0449 doi:10.3989/egeol.40283.125.
- Cortelezzi, C.R., 1962. Los minerales opacos de las arenas de la costa atlántica de la provincia de Buenos Aires. *Anales I° Jornadas Geológicas Argentinas. Tomo II*, 43-52. Buenos Aires.
- Fasano, J., Isla, F. y Schnack, E., 1984. Significado paleoambiental de los depósitos del Pleistoceno Tardío de Camet Norte (partido de Mar Chiquita, pcia de Buenos Aires). *Rev. Asoc. Geol. Arg. XXXIX (93-4)*, 244-250.
- Freguelli, J., 1921. Los terrenos de la costa atlántica en los alrededores de Miramar (provincia de Buenos Aires) y sus correlaciones. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, t. XXIV, 325-485.
- Freguelli, J., 1928. Observaciones geológicas en la región costanera sur de la provincia de Buenos Aires. *Anales de la Facultad de Ciencias de la Educación*, 2, 1-145.
- Fryklung, B., Marshall, A. y Stevens, J., 1996. La Cuenca del Colorado. 13° Congreso Geológico Argentino, Ramos y Turic (Ed.) Relatorio 8: 135-158.
- Heil, C.; King, J.; Zárate, M.A. & Schultz, P.H., 2002. Paleomagnetic and environmental magnetic studies of Pampeano Loess Deposits from Centinela del Mar, Argentina. *EOS Trans. AGU Suppl.* 83 GP71A-0974.
- Imbellone, P.A., 1999. Ristribución de carbonato de calcio en sucesiones cuaternarias de la llanura costera bonaerense. *Asociación Sedimentológica Argentina, Revista* 3: 63-76.
- Kraglievich, J.L., 1952. El perfil geológico de Chapadmalal y Miramar, provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo Municipal de Ciencias Naturales y Tradicional de Mar del Plata* 1, 8-37.
- Kraglievich, J.L. (1959). Nota acerca de la geología costera en la desembocadura del arroyo Malacara (prov. de Buenos Aires). *Revista del Museo Argentina de Ciencias Naturales*, 1,3-9.
- Orgeira, M.J., 1987. Estudio Paleomagnético de los Sedimentos del Cenozoico Tardío en la Costa Atlántica Bonaerense. *Revista de la Asociación Geológica Argentina XLII (3-4)*: 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.



- Fac. de Ciencias Exactas y Naturales, UBA.
- Orgeira, M.J., 1990. Paleomagnetism of late Cenozoic fossiliferous sediments from Barranca de los Lobos (Buenos Aires Province, Argentina). The magnetic age of South American land-mammal ages. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 64, 121-132.
- Orgeira, M.J. y Valencio, D. 1984. Estudio paleomagnético de los sedimentos aflorantes en Barranca de Los lobos, provincia de Buenos Aires. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 162-173.
- Pascual, R., Ortega Hinojosa, E.J., Gondar, D. y Tonni, E., 1965. Las edades del Cenozoico mamalífero de la Argentina, con especial atención en aquellas del territorio bonaerense. *Anales CIC - Provincia de Buenos Aires* 1 (VI): 165-193.
- Rico Y., Bidegain, J.C., 2012. Registro de cronos Brunhes / Matuyama y parámetros magnéticos en los acantilados del sur de Miramar. V Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. Río Cuarto, 2 al 4 de Octubre de 2012. Actas de Trabajos completos: 83- 92.
- Roucco, M., 1989. A3 Ma paleomagnetic record of coastal continental deposit in Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 72, 105- 113.
- Ruocco, M., 1990. Paleomagnetic analyses of continental deposits of the last 3 Ma from Argentina: Magnetostratigraphy and fine structures of reversals. Doctoral thesis, Department of Geology and Geochemistry, University of Stockholm, 100 p.
- Soibelzon, E.; Prevosti, F.J.; Bidegain, J.C.; Rico, Y.; Verzi, D.H., Tonni, E.P., 2009. Correlation of Cenozoic sequences of southeastern Buenos Aires province: biostratigraphy and magnetostratigraphy. *Quaternary International*, 210, 51-56.
- Soibelzon E., Tonni, E.P., Bidegain J.C., 2010. The Quaternary Outcrops of Punta Hermengo (Buenos Aires province, Argentina): Magnetostratigraphy, Biostratigraphy and the Loss of Paleontological Heritage. *Geosciences* 27, 151-154.
- Teruggi, M.E., 1957. The nature and origin of Argentine loess. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 322-332.
- Teruggi, M.E., Andreis, R.H., Mazzoni, M.M., Dalla Salda, L.H. y Spalletti, L.A., 1974. Nuevos criterios para la estratigrafía del cuaternario de las Barrancas de Mar del Plata – Miramar. *Anales del LEMIT, Serie II*, N° 268: 135-148.
- Tonni, E.P. & Fidalgo, F., 1982. Geología y Paleontología de los sedimentos del Pleistoceno en el área de Punta Hermengo (Miramar, Prov. de Buenos Aires, Rep. Argentina): *Aspectos Paleoclimáticos. Ameghiniana*, 19: 79-108.
- Tonni, E.P.; Bergman, W.D.; Fidalgo, F.; Goñi, F.J. & Quiroga, J.C. (1987). La Fauna Local Centinela de Mar y una nueva Unidad Mamífero para el Pleistoceno Tardío de la provincia de Buenos Aires (Argentina). X Congreso Geológico Argentino, 3, 175-177.
- Violante, R.A. & Parker, G., 1992. Estratigrafía y rasgos evolutivos del Pleistoceno medio a superior-Holoceno en la llanura costera de la región de Faro Querandí (Provincia de Buenos Aires). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 47, 215-228.
- Zárate, M.A. y Fasano, J.L., 1984. Características de la sedimentación Pleistocena de la zona de Chapadmalal, provincia de Buenos Aires: significado de los paleosuelos y costras calcáreas. IX Cong. Geol. Arg. San Carlos de Bariloche, Actas IV, 57-75.
- Zárate, M.A., 1989. Estratigrafía y Geología del Cenozoico tardío aflorante en los acantilados marinos comprendidos entre Playa San Carlos y Colonia Chapadmalal, partido General Pueyrredón, provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral, Museo de La Plata, 221 p.
- Zárate, M. y Blasi, A., 1993. Late Pleistocene-Holocene aeolian deposits of the southern Buenos Aires Province, Argentina: a preliminary model. *Quaternary Science Reviews*, 17, 15-20.
- Zárate, M.A. y Rabassa, J., 2005. Geomorfología de la Provincia de Buenos Aires. In: Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires (de Barrio, R.E.; Etcheverry, R.O.; Caballé, M.F. & Llambías, E., eds.). Relatorio XVI Congreso Geológico Argentino, 8, 119-138.