

Primer registro magnético continuo de la secuencia sedimentaria de Barranco León (Cuenca de Guadix-Baza, Granada)

First continuous magnetic record of the Barranco León sedimentary sequence (Guadix-Baza basin, Granada)

Santamaría Barragán, A.¹, Parés, J.M.¹, Colino García, S.¹, Churrua Clemente, A.¹, Fujioka, T.¹, Serrano Ramos, A.², Álvaro Gallo, A.¹, del Val, M.¹, Iglesias, J.¹, Jáimez, J.², Miguens, L.¹, Padilla Domínguez, S.¹, Revilla Cob, J.¹, Pérez, A.S.¹, Pla Pueyo, S.², Saiz, C.¹, Jiménez, J.M.², Duval, M.¹

¹ Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH), Paseo Sierra de Atapuerca 3, 09002 Burgos, España

² Universidad de Granada, Avda. del Hospicio, s/n C.P. 18010 Granada, España

Resumen

Presentamos aquí los resultados analíticos para un registro sedimentario continuo obtenido en la localidad de Barranco León (cuenca de Guadix-Baza, Granada). Con una antigüedad aproximada de 1,4 Ma, el yacimiento documenta algunas de las evidencias de presencia humana más antigua de Europa occidental. A fin de disponer de un registro sedimentario fresco y continuo, se perforaron dos sondeos mecánicos complementarios en la zona del yacimiento arqueopaleontológico. La perforación permitió recuperar unos 90 metros de sedimentos lacustres/palustres, incluidas calizas y limonitas pertenecientes a la Fm Baza. Las secciones de testigos se midieron inicialmente de manera no invasiva y continua mediante un multisensor MSCL-S de Geotek que proporciona un conjunto de mediciones petrofísicas, como la susceptibilidad magnética aparente y la radiactividad gamma natural. A continuación, se obtuvieron muestras puntuales para análisis paleo y petromagnéticos con el fin de caracterizar el registro sedimentario. Este trabajo presenta y compara los dos juegos de datos magnéticos de alta resolución obtenidos de manera invasiva y no invasiva. Además, los resultados iniciales permiten aportar información clave para mejorar el marco cronoestratigráfico y paleoambiental de la cuenca de Barranco León.

Abstract

We present the results of a multi-proxy high-resolution analysis of a sediment core drilled in Barranco León locality (Guadix-Baza basin, Granada). With an estimated age of about 1.4 Ma, Barranco León documents one of the earliest evidence of human presence in western Europe. Two boreholes were drilled at the site, and about 90 metres of lake sediments, including limestones and siltstones belonging to the Baza Fm. were recovered, providing a unique opportunity to access a continuous record of fresh sediment. The core sections were initially measured through a Geotek multi-sensor core logger (MSCL-S), which provides a suite of petrophysical properties, including apparent magnetic susceptibility and natural gamma radioactivity. Discrete samples were then collected for additional analyses including paleo and rock magnetism. The two sets of high-resolution magnetic data obtained from the invasive and on-invasive sampling methods are being compared for the purpose of the present work. Our initial results will enable to complete the chronostratigraphic and paleoenvironmental framework of the sequence.

Palabras clave: Pleistoceno, Barranco León, susceptibilidad magnética, magnetismo de rocas, multisensor MSCL-S

Key words: Pleistocene, Barranco León, magnetic susceptibility, rock magnetism, multi-sensor core logger

Introducción

La cuenca de Guadix-Baza (Cordillera Bética, Granada) es una de las depresiones intramontañosas con relleno de edad neógena-cuaternaria más importantes en Europa, desde el punto de vista geológico, arqueológico y paleontológico. La existencia de yacimientos arqueológicos y paleontológicos como los de Venta Micena, Barranco León y Fuente Nueva 3 próximos a la zona de Orce, en la parte oriental de la cuenca, hace que haya sido objeto de estudio por una gran variedad de equipos de investigación nacionales e internacionales durante décadas.

Descubierto a mediados de los años 90, el yacimiento de Barranco León destaca por las evidencias, directas e indirectas,

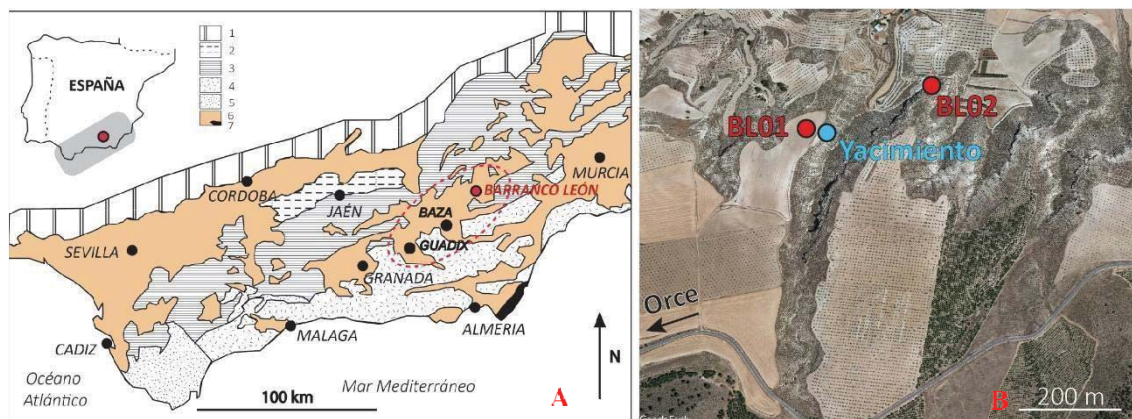
de presencia humana, consideradas dentro de las más antiguas en Europa, incluyendo un diente humano y un amplio conjuntolítico de tipo olduvayense (Toro Moyano et al., 2013). Con el objetivo de completar el marco cronoestratigráfico y paleoambiental de la secuencia sedimentaria, realizamos una perforación mecánica dentro del marco del proyecto de investigación PALEOMED financiado por la agencia estatal de investigación. Presentamos aquí los primeros resultados de los análisis magnéticos de alta resolución realizados mediante una combinación de técnicas.

Contexto geológico

Barranco León se encuentra en la cuenca intramontañosa de Guadix-Baza, situada en el sector central de la Cordillera Bética. Se localiza entre el límite de los dos grandes dominios estructurales de la Cordillera Bética: las Zonas Internas, de edad Paleozoico – Triásico; y las Zonas Externas, de edad Mesozoico – Paleógeno (Viseras et al., 2005, Vera, 2001). Estratigráficamente, el relleno sedimentario de la cuenca se ha dividido en seis niveles aloestratigráficos: los tres niveles inferiores corresponden al relleno marino producido por una transgresión durante el Cenozoico, mientras que los tres niveles superiores se depositaron durante el levantamiento y la continentalización de la cuenca en el Mioceno, hace ~8 Ma (Viseras et al., 2005). Los estratos de edad pliocena de la cuenca presentan secciones potentes con abundantes yacimientos paleontológicos, encontrándose los mayores depósitos fosilíferos en la Formación de Guadix (Viseras., 1991), las de Gorafe-Huélago y Solana (Vera., 1970) y la de Baza (Oms et al., 2011).

La Formación lacustre de Baza, localizada en la zona de Orce (Fig. 1) en la parte oriental de la cuenca, se encuentra representada por tres unidades bien diferenciadas; i) miembro inferior: depósitos calcáreos lacustres y palustres poco profundos,

ii) miembro intermedio: materiales detríticos y aluviales y iii) miembro superior: depósitos calcáreos palustres y lacustres de grano fino (Vera et al., 1985; Oms, 1998). En el yacimiento de Barranco León (Fig. 1) se pueden identificar dos unidades: i) una unidad inferior de unos 40 m de espesor que representa el miembro intermedio de la Fm. Baza, correspondiente litológicamente a niveles lutíticos carbonatados con intercalaciones de areniscas, conglomerados y presencia de yesos; ii) una unidad superior (miembro superior de la Fm. Baza), de 30 m de espesor, formada por calizas, dolomías, conglomerados, areniscas y lutitas (ver Figura 3 Oms et al., 2011). La cronología de los depósitos fue determinada mediante una combinación de métodos como la magnetoestratigrafía, la resonancia paramagnética electrónica y la biocronología, datando el nivel arqueopaleontológico cerca de 1,4 millones de años (Duval et al., 2012;



Toro-Moyano et al., 2013).

Figura 1. Contexto general de Barranco León. A: Mapa geológico de las Cordilleras béticas (Soria et al. 1999). 1: Antepaís ibérico, 2: Unidades del Guadalquivir, 3: Rocas volcánicas, 4: Cuencas Neógenas, 5: Zonas internas, 6: Zonas externas, 7: Unidades del Campo de Gibraltar. B: Imagen satélite Google Earth de Barranco León, con posición del yacimiento (azul) y de ambos sondeos (rojo).

Metodología

Adquisición de datos en el campo

A finales de octubre de 2022 se llevó a cabo una campaña de campo en la que la Unidad de Perforación y Testificación de Rocas del Centro de Instrumentación Científicas de la Universidad de Granada realizó una perforación mecánica en la localidad de Barranco León (Fig. 2A). El sondeo realizado mediante una perforadora Rolatec RL 48 L tiene una profundidad total de ~90 metros y fue extraído en dos puntos diferentes geográficamente separados por una distancia de 300 m aproximadamente (Fig. 1B). El primer sondeo, localizado en la ladera del yacimiento arqueológico, se obtuvo

principalmente con la técnica de percusión, y el segundo, posicionado en la ladera este, mediante rotación en seco o húmedo según la litología. Después de la perforación, se obtuvieron las digrafas correspondientes mediante un Well Logging ALT equipado de una sonda gamma QL40-SGR (con registro de 1 metro/minuto) para evaluar la evolución de las emisiones gamma (cuentas totales por segundos; cps) con la profundidad.

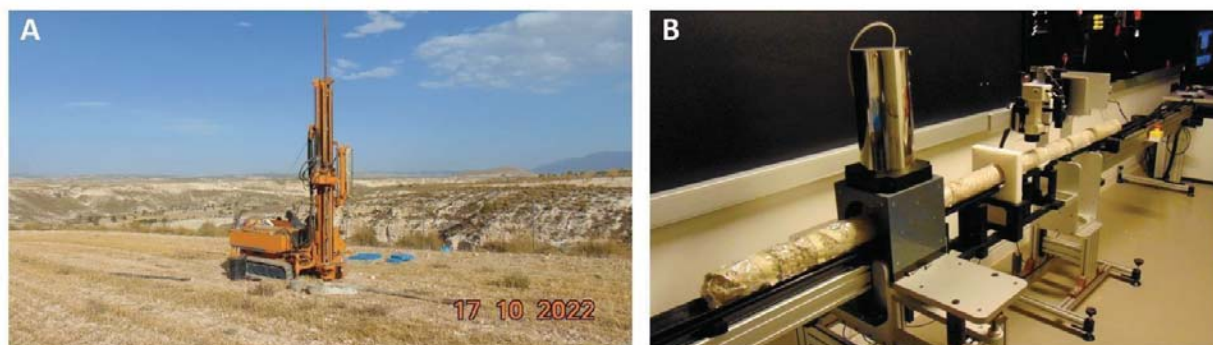


Figura 2. A) Obtención del sondeo en campo. B) Medición continua de los testigos del sondeo en el CENIEH mediante elMSCL-S.

Obtención y procesamiento de datos en laboratorio

Para la obtención del registro continuo del sondeo se ha empleado un Multi Sensor Core Logger (MSCL-S; GEOTEK Ltd.)(Fig. 2B). Este equipo ubicado en el Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH, Burgos) dispone de varios sensores que han permitido la obtención continua de datos de tipo (i) susceptibilidad magnética y (ii) radiactividad gamma natural. La susceptibilidad magnética se ha medido con un sensor de tipo Loop, formado por una bobina de 2 cm de grosor y 10 cm de diámetro. Se ha aplicado con una resolución de 2 cm. El gamma natural (NGR) consiste en un detector de NaI(Tl) de 7.62x7.62cm alojado en un escudo de plomo de 6 pulgadas de diámetro por el que pasan los sondeos. Se ha empleado una resolución de 10 cm expresando los resultados en cps (“counts per second”). Los datos de susceptibilidad han sido procesados con el software Origin para eliminar las medidas erróneas producidas por contaminación de los testigos durante las labores de perforación. Los valores de NGR han sido obtenidos restando el *background* evaluado diariamente.

Posteriormente se realizó un muestreo de alta resolución del sondeo (cada 5-10 cm) con el objetivo de realizar medidas de propiedades magnéticas que incluyen: susceptibilidad magnética a doble frecuencia, anisotropía de la susceptibilidad magnética, magnetización anhisterética e isotérmica remanente, y de esta forma poder comparar con los datos de la medición continua.

Simultáneamente a este trabajo, se ha procedido a la descripción litológica detallada del sondeo con el fin de estudiar la correlación entre las litologías y las propiedades medidas.

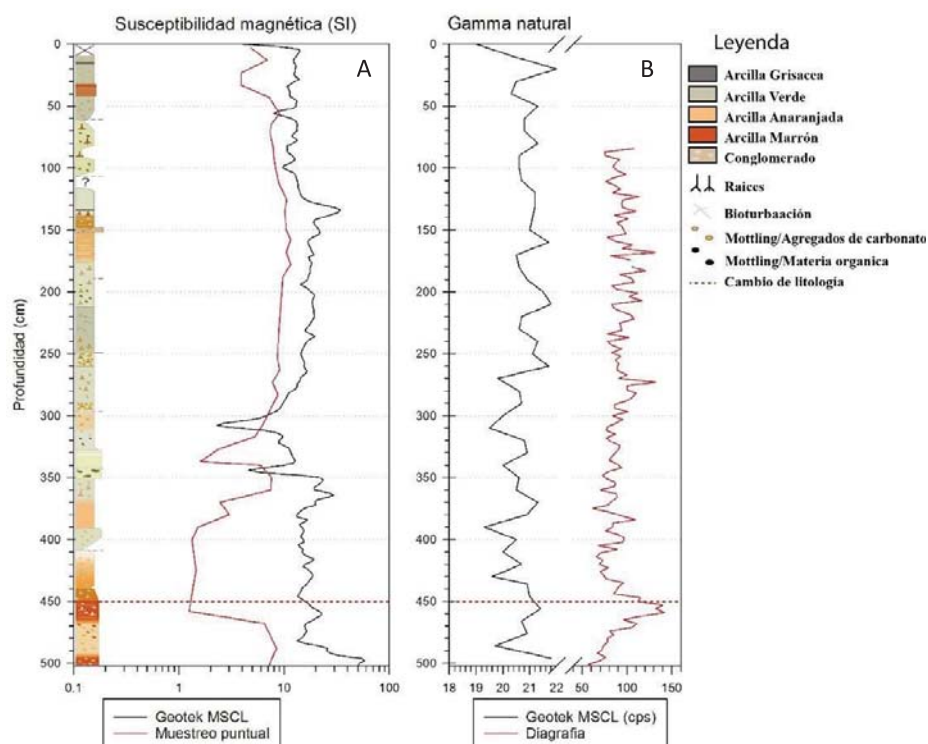


Figura 3. Comparación de las medidas obtenidas con distintos métodos a lo largo de los cinco primeros metros del sondeo BL02. A) Susceptibilidad magnética. B) NGR.

Resultados

Los resultados iniciales de susceptibilidad magnética medida por el MSCL-S mostraron una sucesión regular de picos de alta intensidad de varios ordenes de magnitud superior a la línea de base. La aparición sistemática de estos picos al techo de cada maniobra nos llevó a considerar la posibilidad de una contaminación externa. El estudio macroscópico del sondeo permitió correlacionar estos picos con la presencia de unas partículas negras en la superficie externa del sondeo. Los análisis de caracterización por microscopio de barrido indicaron la presencia de hierro, confirmando una contaminación del sedimento por partículas procedentes del sistema de perforación. En consecuencia, se realizó una limpieza de los datos magnéticos del sondeo para eliminar estas interferencias.

Los resultados iniciales de susceptibilidad magnética representados en el gráfico (Fig. 3A) corresponden a los primeros 5 m del segundo sondeo. Muestran una correlación relativa entre las dos técnicas empleadas, pudiendo ver la similitud entre las tendencias que se observan. Por otro lado, observamos que el NGR (Fig. 3B) mantiene constante la tendencia con las digrafías obtenidas en el campo. En particular, el cambio de facies observado en la base del perfil, donde se documenta la transición de una unidad verdosa a rojiza a una profundidad de unos 450 cm, también marca un aumento en los valores de susceptibilidad magnética y en los datos de la digrafía.

Conclusiones

La combinación de los datos existentes de la geología de superficie, junto con los que se están obteniendo a partir de los análisis de muestras del sondeo recuperado, nos permitirá identificar y relacionar las propiedades magnéticas con las distintas litologías y facies (lacustre, aluvial). Además, los resultados van a aportar un sólido marco cronoestratigráfico a una secuencia sedimentaria que alberga yacimientos arqueo-paleontológicos que son críticos para comprender los cambios paleoambientales durante el Plioceno y Pleistoceno en la península Ibérica.

Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto PALEOMED PID2021-123092NB-C22 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE. Gracias a Cristian Almeida, UBU, por su ayuda en el trabajo del procesamiento de datos magnéticos.

Referencias

- Duval, M., Falguères, C., Bahain, J. J., Grün, R., Shao, Q., Aubert, M., & Toro-Moyano, I., 2012. On the limits of using combined U-series/ESR method to date fossil teeth from two Early Pleistocene archaeological sites of the Orce area (Guadix- Baza basin, Spain). *Quaternary Research*, 77(3), 482-491.
- Oms, O., 1998. Magnetoestratigrafia i litoestratigrafia a la conca de Guadix-Baza i altres punts del Neògrn continental de les Serralades Bètiques. PhD Thesis, Department de Geologia (Unitat d'Estratigrafia) Universitat Autònoma de Barcelona, Spain. 210 p.
- Oms, O., Anadón, P., Agustí, J., Julià, R., 2011. Geology and chronology of the continental Pleistocene archeological and palentological sites of the Orce área (Baza basin, Spain). *Quaternary International*, 33-43.
- Soria, J.M., Fernandez, J., Viseras, C., 1999. Late Miocene stratigraphy and palaeogeographic evolution of the intramontane Guadix Basin (Central Betic Cordillera, Spain): implications for an Atlantic–Mediterranean connection. *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology* 151(4), 255-266
- Toro-Moyano, I. Martínez-Navarro, B., Agustí, J., Souday, C., Bermúdez de Castro, J.M., Martín-Torres, M., Fajardo, B., Duval, M., Falguères, C., Oms, O., Parés, J.M., Anadón, P., Julià, R., García-Aguilar, J.M., Moigne, A.M., Espigares, M.P., Ros- Montoya, S., Palmqvist, P., 2013. The oldest human fossil in Europe, from Orce (Spain). *Journal of Human Evolution* 65(1), 1- 9.
- Vera, J.A., 1970. Estudio estratigráfico de la Depresión de Guadix-Baza. *Boletín Geológico Minero* 84, 429-462.
- Vera, J.A., Fernández, J., López-Garrido, A.C., Rodríguez-Fernández, J., 1985. Geología y estratigrafia de los materiales plio-pleistocenos del sector de Orce-Venta. *Micena (Prov. Granada). Paleontología I Evolució* 18, 3-11.
- Vera, J.A., 2001. Evolution of the South Iberian continental margin. *Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle* 1993, 186, 109-143.
- Viseras, C., 1991. Estratigrafia y sedimentología del relleno aluvial de la cuenca de Guadix (Cordilleras Béticas). PhD thesis. Departamento de Estratigrafia y Paleontología de la Universidad de Granada – Instituto Andaluz de Geología Mediterránea, Granada, Spain, 327 p.
- Viseras Alarcón, C., Soria Mingorance, J. M., Fernández Martínez, J., García García, F., 2005. The Neogene-Quaternary basins of the Betic Cordillera: an overview. *Geophysical Research Abstracts* 7, 11123.