

ANÁLISIS PRELIMINAR DE UN NUEVO YACIMIENTO DE VERTEBRADOS FÓSILES (ARENAL DEL ÁNGEL-3), EOCENO MEDIO, FORMACIÓN ARENISCAS DE CABRERIZOS (SALAMANCA, ESPAÑA): ESTRATIGRAFÍA Y CONTENIDO PALEONTOLÓGICO

[Preliminary analysis of a new vertebrate bed (Arenal del Ángel-3, AA3) from the Middle Eocene of the Cabrerizos Sandstone Fm (Salamanca, Spain): stratigraphy and fossil content]

Pedro Ramón FERNÁNDEZ DÍAZ*

Gaspar ALONSO GAVILÁN**

Emiliano JIMÉNEZ FUENTES***

Santiago MARTÍN DE JESÚS***

(*) Avda. Valvanera, n.º 52, 5.º C. 26500 Calahorra, La Rioja. Correo-e: pedro.ramon.fernandez@gmail.com

(**) Departamento de Geología. Universidad de Salamanca. Facultad de Ciencias. Plaza de los Caídos, s/n. 37008 Salamanca. Correo-e: gavilan@usal.es

(***) Facultad de Ciencias. Plaza de los Caídos, s/n. 37008. Correo-e: saladelastortugas@usal.es

(FECHA DE RECEPCIÓN: 2014-08-13) (FECHA DE ADMISIÓN: 2014-11-1)

BIBLID [0211-8327 (2013) 49 (2): 135-155]

RESUMEN: La Formación Areniscas de Cabrerizos, Eoceno medio, es una de las unidades litoestratigráficas más rica en restos paleontológicos (reptiles y mamíferos) de la cuenca del Duero. Esta unidad litoestratigráfica representa un sistema fluvial que evoluciona en el tiempo y en el espacio que originó, por la propia dinámica del sistema, trampas naturales donde se acumularon los restos orgánicos. Dichas trampas tienen su origen en las charcas elaboradas a partir de canales abandonados y rellenadas durante los desbordamientos de los canales principales en el período de aguas altas, grandes avenidas o acumulados en el fondo de canales activos por donde se mueven megaripples. En este último contexto se formó el yacimiento de macrovertebrados del Arenal del Ángel-3. Dicho yacimiento está integrado por

diversos bloques desprendidos o removilizados. En el presente estudio, se localizan los niveles de procedencia de los mismos y se estudian y analizan los restos encontrados. Esto supondrá la puesta en valor de los restos fósiles presentes en el yacimiento y la aceptación de las futuras dataciones que de ellos puedan obtenerse.

Palabras clave: Estratigrafía; mamíferos; Arenal del Ángel; Fm Cabrerizos; Eoceno; cuenca Duero; Salamanca; España.

ABSTRACT: Cabrerizos Sandstone Formation, middle Eocene, is one of the richest paleontological (reptiles and mammals) lithostratigraphic units of the Duero basin. It represents a fluvial system that evolve through time and space that constituted, by the own dynamics of the system, traps for vertebrate remains accumulations. These deposits were originated by the infilling of ponds or abandoned channels due to the overflow of the principal, active channel or, due to the development of megabodies inside these channels during the active stage. Is in this latter context where the macrovertebrate fossil bed AA-3 is formed. In this study, the fallen blocks have been identified and correlate with their original levels and the fossil remains have been study. The study and the analysis of the fossil remain will improve the knowledge of the fossil content and also, can help for a future, more detailed, datation of the Formation that could be obtained from them.

Key words: Stratigraphy; Mammals; Arenal del Ángel; Cabrerizos Fm; Eocene; Duero basin; Salamanca; Spain.

INTRODUCCIÓN

El relleno de la cuenca del Duero está integrado por sedimentos del Mesozoico y Cenozoico depositados sobre un basamento metamórfico o granitoide del Precámbrico o Paleozoico y que en muchas áreas presentan un potente manto de alteración presumiblemente desarrollado durante el Mesozoico.

Es a finales del Mesozoico e inicio del Cenozoico, cuando se hicieron patentes las primeras manifestaciones de la orogenia alpina generando, en la zona de estudio, un basculamiento generalizado hacia el NE y el desarrollo de sistemas de fallas en dirección SW-NE, E-W y sus conjugadas, que interactuaron con las terdihercínicas. Estos hechos dieron lugar a una tectónica de *horst* y *grabens*, que posibilitaron la creación de espacios de acomodación individualizados y compartimentados (ALONSO GAVILÁN, 1981). El depósito de sedimentos terrígenos o carbonatados según la composición de las áreas madres de las que procedían. Estas cuencas actúan como subcuencas individuales al inicio de su existencia y llegan a conectarse a finales del Eoceno en los bordes oeste y este de la cuenca del Duero. La sucesión sedimentaria constituida por sedimentos, fundamentalmente terrígenos, constituye un conjunto de unidades litoestratigráficas separadas por discontinuidades estratigráficas muy bien definidas y diferenciadas por su litología. Estas

unidades en el borde sur fueron definidas por ALONSO GAVILÁN (1981) con rango de Formación (Fm). Este autor diferencia cinco Formaciones y las subdivide en Miembros cuando las características texturales son muy marcadas y en Litofacies (Fm Cabrerizos) cuando muestran una estrecha relación temporal y espacial. Son denominadas de muro a techo las Formaciones: Areniscas de Salamanca, Areniscas de Cabrerizos, Areniscas de Aldearrubia, Molino del Pico y Conglomerados del Teso de la Flecha. Esta nomenclatura puede ser aplicada en el borde oeste (provincia de Zamora), borde suroeste y sur (provincias de Salamanca y Ávila, respectivamente) y el borde norte de la cuenca del Tajo.

El relleno sedimentario en el borde suroeste de la cuenca se inicia con depósitos del Cretácico Superior. Éstos aparecen adosados a los basamentos precámbricos o paleozoicos y desconectados entre sí. En concreto, en las provincias de Salamanca, Ávila y Zamora, se hallan representados por la Formación Areniscas de Salamanca (ALONSO GAVILÁN, 1981 y 1989) y por las Facies de Montamarta y Zamora (CORROCHANO, 1982), respectivamente. Son muy similares a los que existen en Ávila (Mirueña) y en el borde norte de la cuenca del Tajo. Se caracterizan por hallarse fuertemente cementados por sílice en el techo de la sucesión sedimentaria y se apoyan discordantemente sobre las pizarras paleozoicas preexistentes (alteradas o sanas). Se consideran de Edad cretácica en base a criterios paleomagnéticos realizados (ALONSO GAVILÁN *et al.*, 2012) ya que hasta este momento son considerados azoicos.

Las unidades paleógenas son básicamente terrígenas y se disponen discordantes sobre los materiales cretácicos. Son unidades muy ricas en restos de vertebrados (tanto reptiles como mamíferos). Destacan por su abundancia en contenido fósil los sedimentos eocenos, en concreto, la Formación Areniscas de Cabrerizos (ALONSO GAVILÁN, 1981) y las Facies de Entrala, Corrales, etc., de CORROCHANO (1982).

En el contexto regional, el área de estudio donde se ubica el yacimiento del Arenal del Ángel-3 se localiza en la subcuenca eocena que existió en el SO de la cuenca del Duero. Comprendió parte de las actuales provincias de Salamanca y Zamora y estuvo íntimamente relacionada con las áreas productoras de sedimento (figura 1, A y B).

Muestra una geometría, aproximadamente, trapezoidal en dirección NE-SW, de unos 100 km de largo por unos 50 km de ancho, estrechándose en dirección SO-NE. En concreto, el yacimiento objeto de estudio se localiza en la margen derecha del Tormes próximo a la ciudad de Salamanca, dentro de la Fm Areniscas de Cabrerizos (figura 2).

El estudio de quelonios y cocodrilos fósiles presentes en estos depósitos realizado por JIMÉNEZ FUENTES (1972, 1974, 1982 y 1992a) asignó a la Fm Areniscas de Cabrerizos una edad de Eoceno medio.

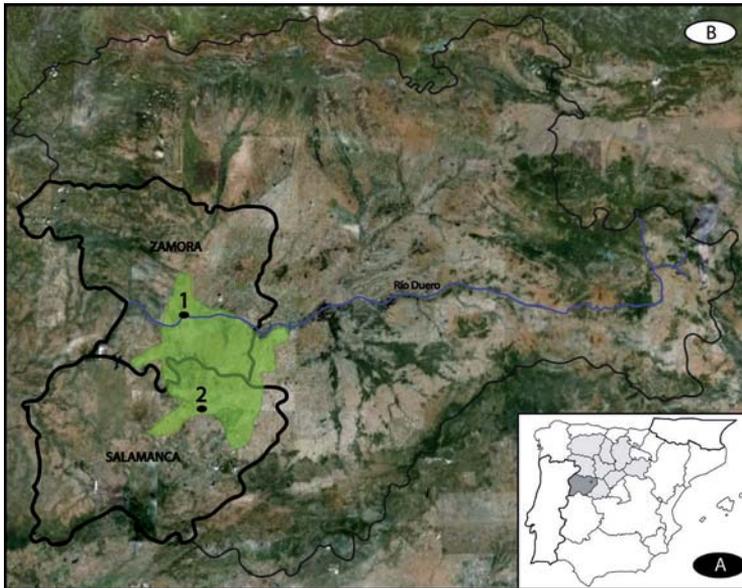


Fig. 1. (A) Situación de la Comunidad de Castilla y León dentro de España y de la provincia de Salamanca. (B) Situación de la cuenca eocénica en la que se han recogido y estudiado fósiles de mamíferos dentro de la comunidad de Castilla y León. 1. Zamora. 2. Salamanca.

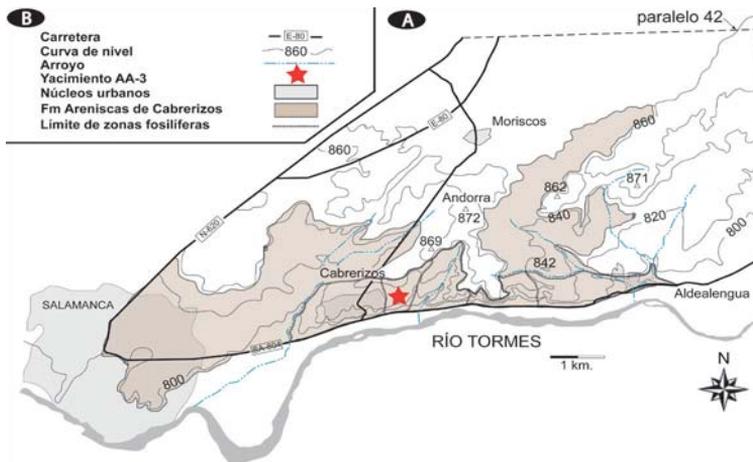


Fig. 2. (A) Afloramientos de la Fm Areniscas de Cabrerizos en la zona (Litofacies Cabrerizos) y situación del yacimiento de macrovertebrados AA-3. El resto de yacimientos han sido eliminados de la imagen para evitar posibles expolios antes de su protección (FERNÁNDEZ DÍAZ, 2010). (B) Leyenda.

En años posteriores, CUESTA (1991, 1992 y 1999) se dedica al estudio de los mamíferos fósiles encontrados en la zona, principalmente, perisodáctilos.

Teniendo en cuenta las asociaciones de mamíferos encontrados en el yacimiento de los Caenes, en las inmediaciones de Cabrerizos (figura 2), ajusta la datación dada por JIMÉNEZ FUENTES (1973 y 1977) y asigna a la Fm Areniscas de Cabrerizos una edad comprendida entre 42 y 37 Ma. Más concretamente, incluye a esta Formación en las biozonas de mamíferos paleógenos (MP) 15 y 16 y la data como perteneciente a la parte superior del Eoceno medio.

ESTRATIGRAFÍA

Si bien son muchos autores los que han contribuido de una manera u otra al conocimiento de la estratigrafía y sedimentología del SW de la cuenca del Duero en la provincia de Salamanca (GIL y MAESTRE, 1880; ROMAN y ROYO GÓMEZ, 1922; SCHMIDT THOMÉ, 1950; JIMÉNEZ FUENTES, 1973; etc.), el primer estudio estratigráfico y sedimentológico detallado de esta Formación fue realizado por ALONSO GAVILÁN (1981) y estableció las unidades litoestratigráficas del Paleógeno en dicha región que años más tarde considera como Cretácico Superior (ALONSO GAVILÁN, 2012) a la unidad litoestratigráfica considerada como Paleoceno o Preluteciense por JIMÉNEZ FUENTES (1972 y 1973).

La Serie cenozoica está constituida por las Formaciones: Areniscas de Cabrerizos, Areniscas de Aldearrubia y Molino del Pico. Así mismo, este autor subdivide la Fm de Cabrerizos en cuatro Litofacies teniendo en cuenta las características litológicas y la relación espacial entre ellas de oeste a este (cambio lateral de facies). Cronológicamente las incorpora al Eoceno medio, tanto por criterios estratigráficos como paleontológicos. Las denomina Litofacies de: Torresmenudas, Almenara de Tormes, Villamayor y Cabrerizos (ALONSO GAVILÁN, 1981 y ALONSO GAVILÁN & SÁNCHEZ BENAVIDES, 1992).

FERNÁNDEZ DÍAZ (2010) realizó un estudio detallado de la estratigrafía y sedimentología de la Fm Areniscas de Cabrerizos en los escarpes de la margen derecha del Tormes, en la localidad tipo entre Salamanca y Aldealengua. Divide la columna general en tres Tramos siguiendo criterios puramente sedimentológicos. El Tramo Basal y el Superior están dominados por ríos trenzados/anastomosados, mientras que en el Tramo Intermedio se desarrollan varias fajas de meandros que evolucionan en el tiempo y en el espacio (ALONSO GAVILÁN, 1981 y FERNÁNDEZ DÍAZ, 2010).

PALEONTOLOGÍA

Los yacimientos de mamíferos estudiados hasta ahora en las Areniscas de Cabrerizos (Caenes 1 y 2) se ubican en el Tramo Intermedio. Dicho Tramo está dominado por sistemas de alta sinuosidad y datado como perteneciente a las

biozonas MP 15 y 16 (parte superior del Eoceno medio). Dicha datación fue extrapolada a toda la Formación de Cabrerizos por CUESTA (1999).

El yacimiento objeto de estudio se engloba dentro de un complejo de cuatro yacimientos descritos en la zona (FERNÁNDEZ DÍAZ, 2010), en la zona conocida como Arenal del Ángel (fig. 2), nominado así por ser el topónimo de la parte del escarpe en que se encuentran. Se le ha asignado el acrónimo de AA3, siglas de yacimiento Arenal del Ángel (AA) y orden de descubrimiento (3).

Es el primero de los yacimientos descubiertos que se presenta en público ya que su exposición pública no presenta riesgo alguno para la preservación del contenido fosilífero existente en él. Está formado por diversos bloques *ex-situ*, que aparecen acumulados en rellanos existentes en el escarpe (figuras 2 y 3). Los bloques caídos se encuentran en la parte del afloramiento que se corresponde con el Tramo en el que dominan los ríos meandriformes y el techo del Tramo Inferior en el que predominan los ríos anastomosados.

Los diversos Tramos en los que se ha subdividido la Litofacies Cabrerizos están representados, parcialmente, en la columna estratigráfica levantada en el escarpe del Arenal del Ángel por las tres mesosecuencias (figura 3).

Los bloques estudiados se agrupan en dos teniendo en base su posición en el escarpe y sus características litológicas.

NIVEL INFERIOR: FACIES 1

Se localiza en el rellano inferior del escarpe (figura 3). En general se define como arenas de grano medio o grueso, aparentemente masiva, con un abundante y variado contenido fosilífero. Presenta color beige muy claro, casi blanco y contiene clastos angulosos de cuarzo y cuarcita (centil 4 cm) y cantos blandos con centil de 8 cm. La potencia del estrato varía entre 0,2 y 0,5 m. Está intensamente cementada por carbonato (figura 4A).

Cuando el límite inferior es observable es erosivo y levemente canaliforme mientras que el límite superior es irregular, casi plano. Cuando aparece asociada a la litología infrayacente esta es limosa, de color ocre-gris con tonalidad verdosa (figura 4A y B) y presenta rasgos de hidromorfía. La litología supra-yacente es una arenisca de grano medio y grueso, con laminación cruzada tendida y base erosiva (figura 4B).

El contenido fosilífero es variado (presencia de reptiles y mamíferos), dominando los restos de morfología globosa. En general, presentan una buena conservación.

NIVEL SUPERIOR: FACIES 2

Se localiza en el rellano superior del escarpe (figura 3).

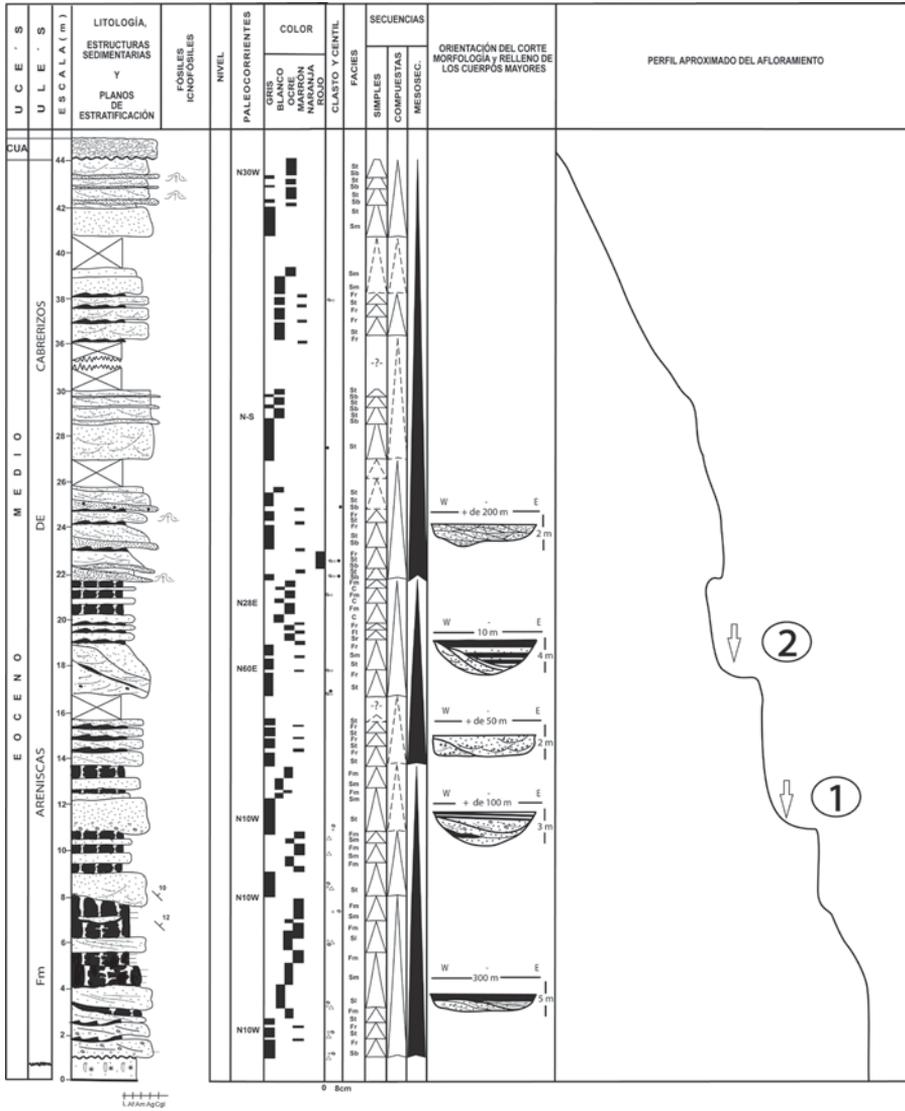


Fig. 3. Columna estratigráfica del afloramiento del Arenal del Ángel y perfil topográfico que crea el afloramiento. Las flechas huecas indican las zonas en las que se encuentran los bloques ex situ.

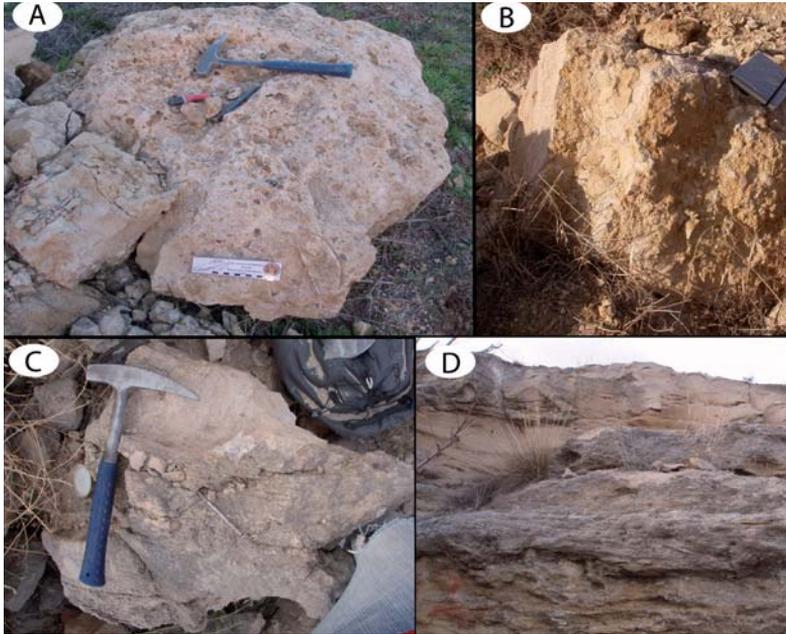


Fig. 4. (A y B) Vista de bloques pertenecientes al nivel inferior (1) en afloramiento.
 (C) Detalle de uno de los bloques desprendidos pertenecientes al nivel 2.
 (D) Vista de los cuerpos a los que se asignan los bloques desprendidos del nivel 2.

Son areniscas de tamaño de grano desde medio a grueso con un contenido de matriz arcillosa bajo y de color gris. Contienen clastos de cuarzo y cuarcita (centil 5 cm) y cantos blandos (centil 10 cm). Los cuarzos están redondeados y son de menor tamaño que los de cuarcitas, que están piqueteados y picoteados. La potencia oscila entre 0,3 y 1 m y presenta morfología lenticular. Su límite inferior es erosivo y el superior irregular. Lateralmente, pueden extenderse más de 10 metros (figura 4C).

La organización interna se caracteriza por presentar estratificación cruzada. Cuando la sección es transversal al flujo, las láminas son cóncavas, concordantes con la base del *set*, mientras que cuando son subparalelas al flujo son tangenciales a la base y buzcan aguas abajo. El *set* puede presentarse tanto aislado como asociado con otros de características similares constituyendo un *cosset*. En algunos casos, las láminas de las fracciones más gruesas pueden estar marcadas por la alineación de cantos blandos o por los clastos de cuarzo y cuarcita. Las láminas también pueden estar deformadas debido a procesos postsedimentarios, como el escape de fluidos o deformadas por el peso de los materiales que se apilan sobre ellas.

El contenido fosilífero es variado, predominando los restos alargados, de cocodrilos principalmente, que presentan un buen estado de conservación.

INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

SEDIMENTOLOGÍA

Los bloques localizados en el nivel superior se asignan a unos grandes cuerpos de areniscas que constituyen uno de los voladizos del escarpe (figura 5). Estos cuerpos se desarrollan y se apoyan sobre limos arenosos, arenas de grano muy fino limosas ocre, interpretados como depósitos de llanuras de inundación y presentan gran continuidad lateral a lo largo del escarpe.

El nivel inferior, aparentemente masivo, representa la alfombra de tracción que viaja en la parte más profunda del canal donde predomina el transporte por corrientes tractivas con una carga de fondo arenosa muy alta. Son los depósitos de canal activo. Es en ellos donde se acumulan los restos del organismo desarticulado y que al no poder ser arrastrados fueron depositados en el fondo del canal y constituyeron los depósitos residuales (*lag* o *channel lag*) al rellenar las depresiones (*hollows*) que hay en el lecho, separados por arena gruesa y con la consiguiente uniformización de la superficie basal. Esto permitió la buena conservación que muestran los restos y también provocó la desorganización de los mismos, que muestran orientaciones muy diferentes unos de otros.

El nivel superior representa la nucleación y avance de los cuerpos arenosos, megarripples, por el canal. En él aparecen estructuras, estratificaciones cruzadas, etc., que indican un predominio de los procesos de tracción, en el que la mayoría de los restos están fragmentados y orientados en una misma dirección. Los fósiles de cocodrilos son dominantes en este nivel y parecen restringidos a él.

Ambos niveles fosilíferos parecen asociarse en la vertical y están dentro de depósitos considerados como relleno de canal activo (figuras 5 y 6).

MIALL (1995) los define como elementos arquitecturales formados en el interior de canales, en concreto, dentro de los que denomina elementos DA (*downstream accretion macroforms*). Representan según MIALL (*op. cit.*) la migración de mesoformas/macroformas (dunas 3D o también conocidas como barras fluviales), de tipo lingüoide según la clasificación de ASHLEY (1990). Estas barras son características de las zonas más profundas de los canales activos alimentadas en los momentos de máximas descargas (*high discharges stages*), y cuando la carga de fondo es predominantemente arenosa.

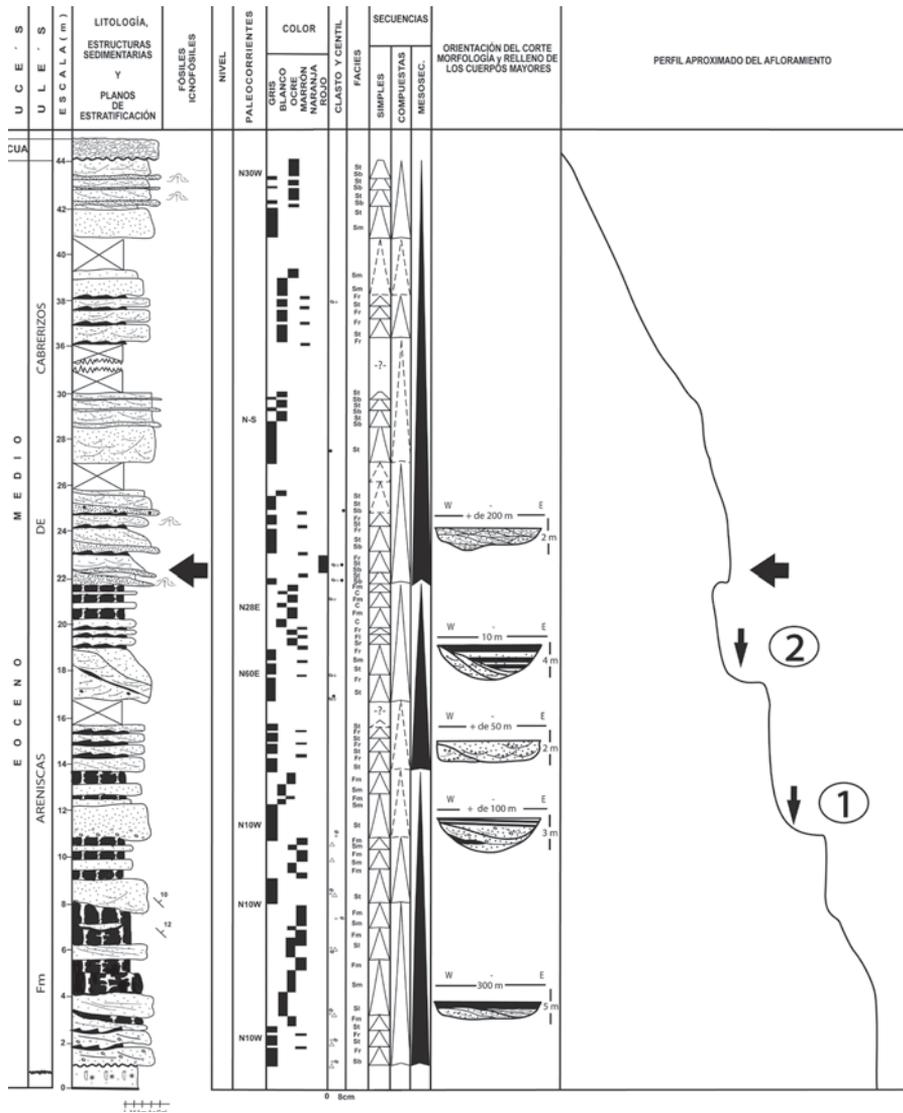


Fig. 5. Columna estratigráfica del afloramiento del Arenal del Ángel y perfil topográfico que crea el afloramiento. Las flechas verticales indican las zonas en las que se encuentran los bloques ex situ. Las flechas horizontales indican los niveles de procedencia sugeridos para los bloques.

La superposición y el gran desarrollo de las dunas que se observan en afloramiento indican una regularidad en las descargas. Su irregular morfología observada define tanto la profundidad como la anchura del canal en el que

se ha formado (BANKS, 1973; ALLEN, 1983; MIALI, 1996), entre otros muchos. Cuando el caudal del río es menor y se inicia el proceso de aguas bajas (*low discharges stages*), la parte superior de las dunas puede llegar a emerger con la consiguiente evolución y desarrollo de otro tipo de depósitos como llanuras de arena (*sands flats*).

La génesis de estos cuerpos es compleja. CANT & WALKER (1978) se refieren a estas macroformas como *sands flats*. ALONSO GAVILÁN *et al.* (1989) describieron e interpretaron depósitos similares en el paraje conocido como la Fuente del Ángel. Según estos autores las *sand flats* se formaron por la actividad de flujos tractivos apilando megarripples migrando aguas abajo dentro de los canales amplios y poco profundos al ser la relación anchura profundidad muy alta (figura 6). Se asocian con el elemento arquitectural DA definido por MIALI (1996) y están relacionadas, dinámicamente, unas con otras por superficies internas que buzanan aguas abajo. Es en este contexto dinámico donde la acumulación de restos de vertebrados se realiza con más facilidad y capacidad de preservación al ser el arrastre escaso y el desgaste bajo.

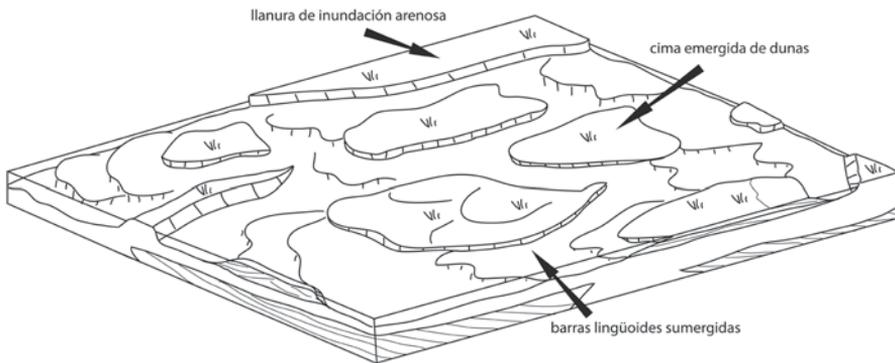


Figura 6. Modelo de red de drenaje trenzada de alta energía (parcialmente modificado de Miall, 1996).

Evolucionan a partir de barras transversales 2D, denominadas *cross-channels bars* por ALLEN (1983) o de dunas 3D, denominadas lingüoides por ASHLEY (1990). La zona elevada de estas barras, que emerge del río en las épocas de estiaje, actúa de ancla para el desarrollo de las *sands flats*, ralentizando el desarrollo de la barra en el centro del canal. Los cuerpos avanzan porque se añade sedimento debido a la migración de los campos de dunas y *ripples* en ese punto.

Si la parte central de la barra está emergida, el avance en ese punto se detiene. Por otro lado, en la parte de las barras que se encuentra sumergida en las zonas más profundas del río continúa el movimiento aparentemente más

rápido que el resto, lo que hace que la barra avance de forma oblicua a la del flujo principal de corriente (figura 6).

La preservación de la parte sumergida de estas macroformas es, en general, buena debido al rápido enterramiento originado por la superposición de cuerpos en la cara de avance de las barras, aguas abajo (CANT & WALKER, 1978). Muchas de las variaciones en la composición y la geometría de estas macroformas reflejan variaciones en el volumen de agua presente en el cauce y cambios locales en el aporte sedimentario (GERMANOSKI & SCHUMM, 1993). Muchos de los límites entre secuencias pueden ser clasificados como superficies de reactivación (COLLINSON, 1970) y marcan los sucesivos episodios de avance de las barras.

En función de esto, los bloques del nivel inferior son asignados, de manera provisional, a dichos cuerpos en función de su génesis y las relaciones laterales que parecen presentar, ya que no ha podido ser localizado el punto exacto del que provienen. Un estudio más detallado debe ser llevado a cabo ya que, pudieran provenir del Tramo Inferior y haber sido depositados allí por la maquinaria que trabajó en la zona durante la ampliación del talud de la vía férrea.

PALEONTOLOGÍA: CARACTERÍSTICAS E INVENTARIO FAUNÍSTICO PRELIMINAR DEL YACIMIENTO AA-3

La asignación de los bloques a estos megacuerpos hace que al yacimiento AA-3 se le añadan los restos encontrados en el yacimiento Arenal del Ángel-4 (FERNÁNDEZ DÍAZ, 2010). Dicho yacimiento había sido definido de forma independiente en estos megacuerpos antes del presente estudio, debido a que estaba situado, estratigráficamente, por encima del AA-3. La correlación de los bloques *ex situ* con estos niveles hace que ambos yacimientos se unifiquen, quedando la terminología del primero que fue descubierto, el AA-3. Los restos encontrados en el yacimiento AA-4 se engloban dentro de los de alta capacidad hidrodinámica y pertenecen a cocodrilos, hechos que están en consonancia con lo expuesto anteriormente.

En principio, por las características morfológicas y taxonómicas que presentan los restos fósiles en el yacimiento, se han diferenciado dos grupos:

- Los de baja capacidad hidrodinámica. De forma globosa o redondeada, suelen aparecer muy fragmentados, mostrando claros indicios de haber sido sometidos a tracción y rodadura. Es el caso de los caparzones semi-completos de tortuga, placas del peto y cráneos de vertebrados. Las partes esqueléticas postcraneales que se encontraban articuladas antes de ser transportadas también se incluyen en este grupo. Son los dominantes en los bloques que aparecen en el nivel inferior, asociados a procesos tractivos que se dan en los superflujos.

- Los de alta capacidad hidrodinámica. Están muy bien conservados, de formas alargadas rectas, planos y de poco grosor. Su eje mayor suele marcar la dirección del flujo. En este grupo se incluyen, por ejemplo, osteodermos de cocodrilos, huesos alargados (escápulas y huesos de extremidades principalmente) y placas sueltas de tortuga. Son dominantes en los bloques localizados en el rellano superior, cuya génesis está asociada a flujos tractivos.

Los restos fósiles recuperados en el yacimiento AA-3, en general, presentan buen estado de conservación.

CROCODYLIA

Este orden es el más ampliamente representado y, junto con los restos atribuibles a mamíferos, integran el contenido fosilífero del yacimiento. Se concentran en el nivel 2 y están representados por dientes, osteodermos y una hemimandíbula. Son en su mayoría asignables al género *Diplocynodon*, encontrando algunos restos que necesitan un estudio más detallado para su clasificación (*Iberosuchus?*).

El género *Diplocynodon* (figura 7A) está representado por dientes y osteodermos. Los dientes son cónicos, curvados hacia el interior y muestran un fino estriado y carenas laterales poco desarrolladas. Los osteodermos tienen forma trapezoidal y una cresta central recta, muy bien desarrollada, orientada en dirección antero-posterior. El dibujo alveolar de los osteodermos es uniforme (figura 6A). Sus características hacen que se atribuyan a *Diplocynodon tormis* (BUSCALIONI *et al.*, 1992), cuyo holotipo fue encontrado a escasa distancia de este yacimiento. Por otro lado, su presencia es muy común en los afloramientos de la localidad tipo de la Formación Areniscas de Cabrerizos.

El resto más destacable es un dentario de un cocodrilo sin determinar (figura 7B) que aún sigue en afloramiento debido a las dificultades que presenta su extracción. En un análisis preliminar, se ha observado una ornamentación poco desarrollada, similar a la que presentan los dentarios de *Diplocynodon*. Su morfología es alargada y estrecha, casi recta. Junto a él, se recuperaron varios osteodermos y dientes de *Diplocynodon*. Estas características hacen que, de momento, se asigne a *Diplocynodon sp.*

Los restos sin asignación tienen una representación testimonial. Destacan dos osteodermos (figura 7A, n.ºs 8 y 10), uno de ellos muy mal conservado. El osteodermo que presenta mejor conservación (figura 7A, 10) tiene forma rectangular, una ornamentación irregular, grosera, y una cresta central irregular, poco desarrollada, que se orienta en dirección antero-posterior.

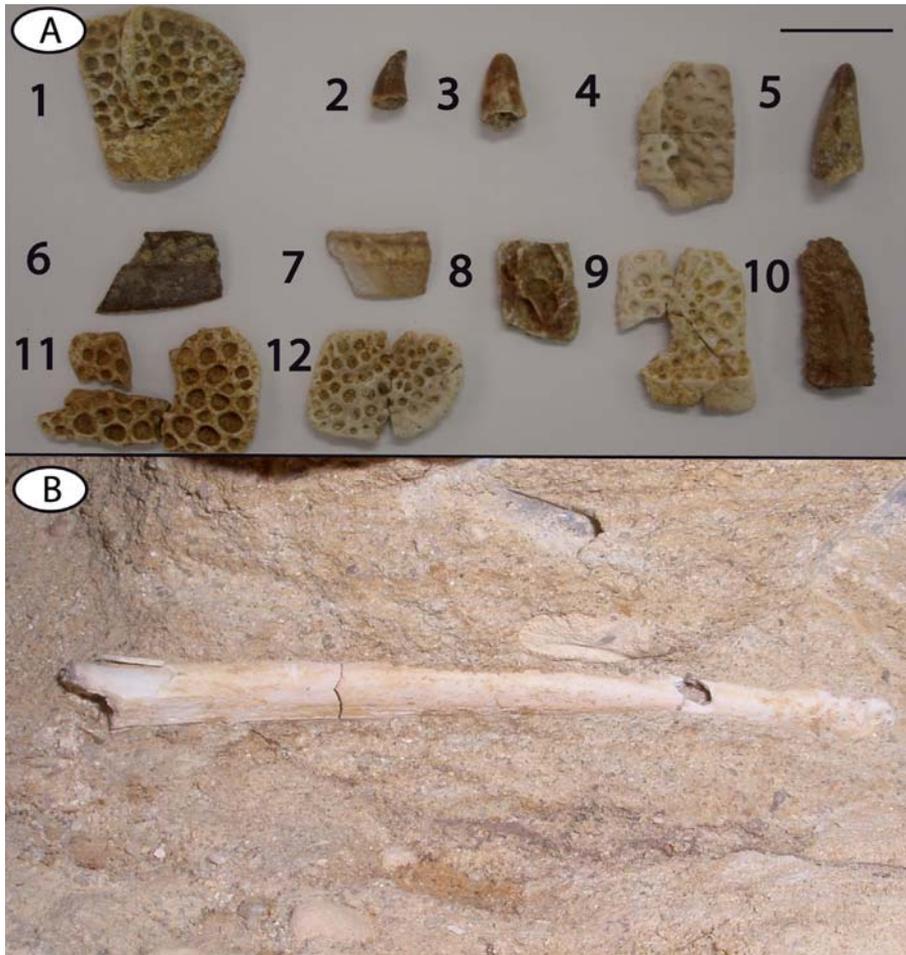


Fig. 7. (A) Osteoderms y dientes de cocodrilos localizados en los bloques del nivel superior y en los megacuerpos. (1, 4, 6, 7, 9, 11 y 12) Osteoderms de *Diplocynodon tormis*. (2, 3 y 5) Dientes de *Diplocynodon tormis*. (10) Osteodermo de *Crocodylia indet.* (*Iberosuchus?*). (8) Osteodermo de *Crocodylia indet.* (B) Vista inferior del dentario de cocodrilo localizado en el yacimiento. Barra de escala = 2 cm.

Estas características sugieren su asignación preliminar a un género de cocodrilo poco estudiado, *Iberosuchus macrodon* (ANTUNES, 1975).

CHELONII

Se han recogido restos que representan dos familias: Pelomedusidae y Trionychidae.

Los pelomedúsidos están representados por un hipoplastron completo de gran tamaño, atribuible a *Neochelys salmanticensis* (JIMÉNEZ FUENTES, 1968); por varios fragmentos de placas, y por un caparazón semicompleto que mantiene en conexión anatómica el espaldar y el peto (figura 8A).

El espaldar de este ejemplar presenta unas arrugas que nacen en el frente anterior de los surcos dérmicos y se disponen radialmente hacia la parte posterior. Este mismo tipo de ornamentación ha sido observado en un individuo de *N. salmanticensis* (JIMÉNEZ FUENTES, *op. cit.*) de pequeño tamaño, recogido en el teso de la Flecha en los años 80 del siglo XX. Durante el proceso de limpieza de este ejemplar, ha aparecido la mandíbula de un quelonio asociada al caparazón (figura 8A). Su tamaño es relativamente grande respecto al tamaño del caparazón, si bien, al ser un caparazón incompleto, no permite extraer conclusiones y hay que esperar al estudio detallado del mismo.

El tamaño, la disposición de las placas y el dibujo de los surcos dérmicos muestran afinidades con las especies descritas hasta ahora en la zona como *Neochelys salmanticensis* (JIMÉNEZ FUENTES, 1968) y, en Zamora, *Neochelys zamorensis* (JIMÉNEZ FUENTES, 1992a y b), por lo que, de momento, se determina como *Neochelys sp.*



Fig. 8. (A) Caparazón incompleto y mandíbula de *Neochelys sp.*
(B) Fragmento de hypoplastron de *Trionyx sp.*
(vista visceral arriba y vista ventral abajo). Barra de escala = 3 cm.

Los trionícidos están representados en este yacimiento por un fragmento de placa (figura 8B). El grosor de la misma es importante si la comparamos con los escasos ejemplares encontrados previamente en esta Formación. La ornamentación es grosera y está muy marcada. Presenta características similares a los restos de trionícidos descritos en el afloramiento de Molino del Pico (JIMÉNEZ FUENTES & ALONSO ANDRÉS, 1994). El resto es insuficiente como para ser atribuible a especie alguna descrita, por lo que se denominará, por analogía con el ejemplar mencionado, *Trionyx* sp.

MAMMALIA

Los mamíferos están representados por el cráneo de un individuo de talla media (figura 9A), localizado en el nivel inferior de bloques, y una falange completa (figura 9B) y la parte anterior de una hemimandíbula derecha que conserva la sínfisis y el primer premolar (figura 9C), ambas recuperadas en el nivel superior de bloques.

Tras una limpieza inicial, se identifica en el cráneo parte del occipital (con el cóndilo occipital), parietal, maxilar y paladar, así como la órbita y parte de la cavidad en la que se alojaba el cerebro. Las características del cráneo y del fragmento de hemimandíbula sugieren su correspondencia con *Artiodactyla*, pero, de momento, a falta del estudio que confirme las sospechas, todos los restos de mamíferos encontrados en el yacimiento se determinan como *Mammalia indet.*

Los restos de mamíferos aparecen dispersos y pertenecen a distintos individuos. Se localizan en ambos niveles fosilíferos, aunque en el nivel 1 es donde mejor conservados están.

RESTOS DE VERTEBRADOS INDETERMINADOS

En este apartado se incluyen los restos que no han sido asignados aún a ningún grupo. Comprenden lo que parece ser parte de una ¿cintura escapular? de vertebrado, en buen estado de conservación; una vértebra completa de pequeño tamaño; un fragmento de vértebra, y un fragmento de hueso indeterminado (figura 10).

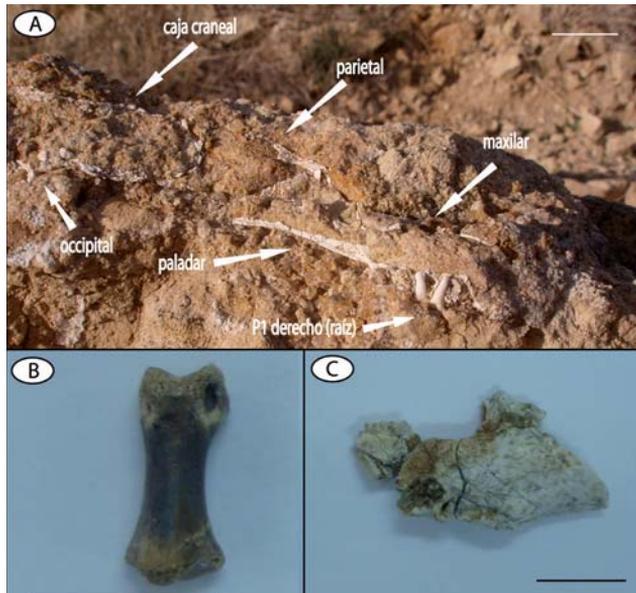


Fig. 9. (A) Cráneo de mamífero (*Artiodactyla?*) englobado en un bloque del nivel inferior. (B) Falange completa de mamífero y (C) hemimandíbula derecha de mamífero - *Artiodactyla?* extraídas de un bloque del nivel 2. Barra de escala = 1 cm

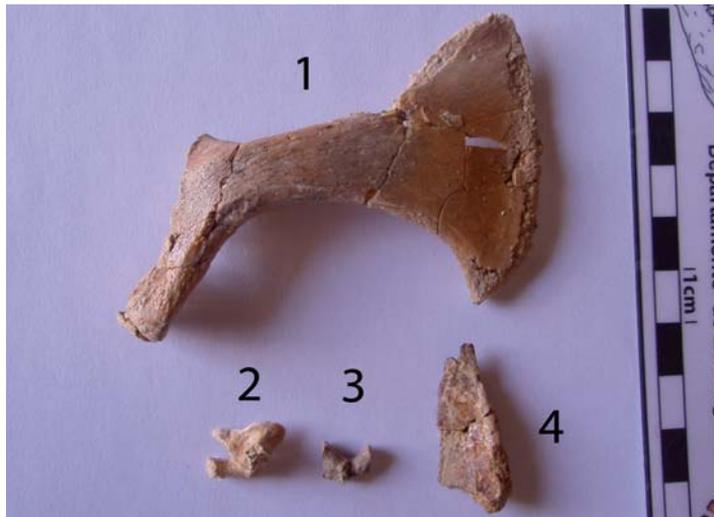


Fig. 10. Huesos de vertebrados indeterminados presentes en el yacimiento. (1) Cintura escapular? (2 y 3) Vértebra y fragmento de vértebra, respectivamente. (4) Fragmento de hueso indet.

CONCLUSIONES

Los bloques caídos que constituyen el yacimiento de macrovertebrados AA-3 se ubican, por el momento de forma preliminar y cautelara, en un conjunto de megarripples, barras que constituyen un resalte en el escarpe.

Sedimentológicamente, se interpretan como depósitos generados dentro de canales en un sistema de ríos trenzados en los que se producen descargas importantes de sedimento en períodos muy cortos de tiempo. En los períodos de estiaje, las cimas de las barras pueden llegar a emerger, desarrollando depósitos de *sand flats*.

El nivel inferior representa la alfombra de tracción que se desarrollaba en las zonas más profundas del canal y el nivel superior la migración de las barras por el fondo arenoso.

Estos megacuerpos se localizan a lo largo de casi todo el escarpe, sobre depósitos de llanura de inundación, pertenecientes al Tramo Medio de la Fm Areniscas de Cabrerizos, datadas como parte superior del Eoceno medio (biozonas MP 15 y 16). Aparecen estratigráficamente siempre por debajo de materiales pertenecientes a la Fm Areniscas de Aldearrubia (Eoceno superior-Oligoceno).

La lista faunística del yacimiento representa la práctica totalidad de géneros de reptiles descritos para la Fm Areniscas de Cabrerizos (trionícidos y pelomedúsidos en el caso de los quelonios y *Diplocynodon* e *Iberosuchus*? en el caso de los cocodrilos).

Los restos de mamíferos presentes no se corresponden con ninguno de los descritos hasta ahora, ni en la zona de estudio, ni en el SO de la cuenca del Duero, por lo que su estudio detallado será importante, tanto para aumentar el listado de mamíferos eocenos conocidos hasta ahora en la zona, como para una posible datación vertical, más precisa, de la Fm Areniscas de Cabrerizos (Litofacies Cabrerizos).

La posible coexistencia de los dos géneros conocidos, *Iberosuchus*, de hábitos terrestres y *Diplocynodon*, de hábitos acuáticos, junto con el hallazgo de placas de pelomedúsidos de talla grande e individuos de talla pequeña semicompletos y fragmentos de trionícidos (estos últimos muy escasos en el yacimiento, característicos de ambientes de poca energía), hace que se planteen las siguientes hipótesis para la génesis del yacimiento:

- a) Vivieron en la misma área, pero sin grandes interferencias recíprocas, puesto que mostraban costumbres alimenticias y hábitats diferentes y, por tanto, ocuparon nichos ecológicos diferentes. En función del número de restos, en esta área, para el tiempo y ambiente representado por estos megacuerpos, eran comunes los pelomedúsidos y los cocodrilos del género *Diplocynodon*.

- b) Vivieron en áreas distantes entre sí y su asociación en el yacimiento es fruto del retrabajado de niveles inferiores y de sucesivas acumulaciones de carcasas después de la muerte de individuos que se encontraban en diversos estados de descomposición.

A estas hipótesis habría que añadir una tercera, complementaria, que se refiere a un origen distante en el tiempo para los dos niveles en los que encontramos bloques caídos.

Una combinación de varias de las hipótesis es la que más parece adecuarse a la génesis de este yacimiento, ya que explicaría la existencia de restos con evidentes signos de haber sido sometidos a procesos de tracción y rodadura (fragmentos de placas, huesos rotos...) y otros, muy frágiles, que se han conservado muy bien a pesar de su baja capacidad hidrodinámica (cráneo de mamífero, caparazón semicompleto de pelomedúsido...).

Un futuro estudio detallado tanto en el ámbito de la sedimentología como de la paleontología ayudará a solventar dicho enigma.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, J. R. L. (1983): Studies in fluvial sedimentation: bars, bar-complexes and sandstone sheets (low-sinuosity braided streams) in the Brownstones (L. Devonian), Welsh Borders. *Sedimentary Geology*, **33**: 56-123.
- ALONSO GAVILÁN, G. (1981): *Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en el borde suroccidental de la cuenca del Duero (provincia de Salamanca)*. Tesis Doctoral. Facultad Ciencias, Univ. Salamanca, 438 pp. Inédita.
- ALONSO GAVILÁN, G. (1989): Paleogeografía del Paleoceno en el borde suroccidental de la cuenca del Duero. *XII Congreso Nacional de Sedimentología*: 7-20.
- ALONSO GAVILÁN, G.; ARMENTEROS, A.; CARBALLEIRA, J.; CORROCHANO, A.; HUERTA, P. & RODRÍGUEZ, J. M. G. (2004): La cuenca del Duero. *In: Geología de España*. (edit. VERA, J. A.). SGE-IGME, Madrid, pp. 548-555.
- ALONSO GAVILÁN, G.; DABRIO, C. J.; MEDIAVILLA, R. M. & ARMENTEROS, I. (1989): Procesos sedimentarios y desarrollo de *sand flats* en ríos arenosos del Eoceno del suroeste de la depresión del Duero. *Studia Geologica Salmanticensis*, Vol. Espec. V (Paleogeografía de la meseta Norte durante el Terciario), C. J. DABRIO (ed.): 159-176.
- ALONSO GAVILÁN, G. & SÁNCHEZ BENAVIDES, F. J. (1992): Sedimentología del Paleógeno en los alrededores de Salamanca. *Guías de las excursiones geológicas. III Congreso Nacional de Geología de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología*: 300-309.
- ALONSO GAVILÁN, G.; VILLALAÍN, J. J.; SOTO, R.; CALVO-RHAHERT, M.; BARTOLOMÉ, M.; MOLINA BALLESTEROS, E. & GARCÍA TALEGÓN, J. (2012): Aproximación a la cronología de la Fm. Areniscas de Salamanca (SO de la cuenca del Duero) a partir de estudios paleomagnéticos. *Geotemas*, **13**: 1112-1115.

- ANTUNES, M. T. (1975): *Iberosuchus*, crocodile Sebecosuchien nouveau, l'Eocène Ibérique au Nord de la Chaîne Centrale, et l'origine du cayon de Nazar. *Comun. Servo Geol. Portugal*, **59**: 285-330.
- ASHLEY, G. M. (1990): Classification of large-scale subaqueous bedforms: a new look at an old problem. *Journal of Sedimentary Petrology*, **60**: 13-28.
- BANKS, N. L. (1973): The origin and significance of some down current dipping cross stratified sets. *Journal of Sedimentary Petrology*, **43**: 5-22.
- BERG, D. E. (1964): Krokodile als Klimazeugen. *Geol. Rundschau.*, vol. **54**: 328-333, 1 fig.
- BROIN, F. (1977): Contribution a l'étude des Chéloniens: Chéloniens continentaux du Crétacé et du Tertiaire de la France. *Mém. Mus. Nation. His. Nat.*, **38**: 1-366, París.
- BUSCALIONI, A. D.; SANZ, J. L. & CASANOVAS, M. L. (1992): A new species of the eusuchian crocodile *Diplocynodon* from the Eocene of Spain. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Abhandlungen **187**: 1-29.
- CANT, D. J. & WALKER, R. G. (1978): Fluvial processes and facies sequences in the sandy braided South Saskatchewan River, Canada. *Sedimentology*, **25**: 2-57.
- COLLINSON, J. D. (1970): Bedforms of the Tana river, Norway. *Geogr. Ann.*, **52A**: 25-44.
- CORROCHANO, A. (1982): El Paleógeno del borde occidental de la cuenca del Duero (Provincia de Zamora). *Temas Geológicos y Mineros*, **6** (2): 687-697.
- CUESTA, M. A. (1991): *Los Perisodáctilos del Eoceno de la Cuenca del Duero*. Tesis Doctoral. Univ. Salamanca, 2 vols., 322 + 43 tablas, 28 gráficos, 50 figs., 28 láms.
- CUESTA, M. A. (1992): Perisodáctilos del Paleógeno de Castilla y León. In: *Vertebrados fósiles de Castilla y León* (coord. JIMÉNEZ FUENTES, E.). Museo de Salamanca, junio-julio, pp. 111-120, 20 figs.
- CUESTA, M. A. (1999): Las faunas de mamíferos del Eoceno de la cuenca del Duero (Castilla y León, España). Síntesis bioestratigráfica y biogeográfica. *Revista Española de Paleontología*, **14**: 13-33.
- FERNÁNDEZ DÍAZ, P. R. (2010): *Formación Areniscas de Salamanca: sedimentología y evolución fluvial durante el Eoceno*. Tesis de licenciatura. Depto. Geología. Universidad de Salamanca, 135 pp. Inédita.
- GERMANOSKI, D. & SCHUMM, S. A. (1993): Changes in braided river morphology resulting from aggradation and degradation. *Journal of Geology*, **101**: 15-29.
- GIL y MAESTRE, A. (1980): Descripción física, geológica y minera de la provincia de Salamanca. *Mem. Com. Mapa Geológico de España*, 209 pp. Madrid.
- JIMÉNEZ FUENTES, E. (1972): El Paleógeno del borde SW de la cuenca del Duero. I. Los escarpes del Tormes. *Stud. Geol. Salmant.*, **3**: 34-110.
- JIMÉNEZ FUENTES, E. (1973): El Paleógeno del borde SW de la cuenca del Duero. II. La falla de Alba-Villoria y sus implicaciones estratigráficas y geomorfológicas. *Stud. Geol. Salmant.*, **5**: 107-136.
- JIMÉNEZ FUENTES, E. (1974): Iniciación al estudio de la climatología del Paleógeno de la cuenca del Duero y su posible relación con el resto de la Península Ibérica. *Boletín Geológico Minero*, **85** (5): 7.

- JIMÉNEZ FUENTES, E. (1977): Sinopsis sobre los yacimientos fosilíferos paleógenos de la Provincia de Zamora. *Boletín Geológico y Minero*, **88** (5): 357-364.
- JIMÉNEZ FUENTES, E. (1982): Quelonios y cocodrilos fósiles de la cuenca del Duero. Ensayo de biozonación del Paleógeno de la cuenca del Duero. *Stud. Geol. Salmant.*, **17**: 3-45.
- JIMÉNEZ FUENTES, E. (1992a): Las dataciones del Paleógeno de Castilla y León. In: *Vertebrados fósiles de Castilla y León* (coord. JIMÉNEZ FUENTES, E.). Museo de Salamanca, junio-julio, pp. 39-41, 2 figs.
- JIMÉNEZ FUENTES, E. (1992b): Quelonios fósiles de Castilla y León. In: *Vertebrados fósiles de Castilla y León* (coord. JIMÉNEZ FUENTES, E.). Museo de Salamanca, junio-julio, pp. 71-100, 26 figs.
- JIMÉNEZ FUENTES, E. (1993): Aclaraciones sobre el status de *Neochelys zamorensis* (Reptilia, Chelonii) de pequeña talla del Eoceno de Zamora (España). *Stud. Geol. Salmant.*, **28**: 141-152.
- JIMÉNEZ FUENTES, E. & ALONSO ANDRÉS, L. (1994): Nuevos hallazgos de Trionychidae (Chelonii) en el Eoceno de Salamanca y Zamora. Consideraciones sobre los ecosistemas fluviales durante el Eoceno en la cuenca del Duero. *Stud. Geol. Salmant.*, **24**: 95-113.
- JIMÉNEZ FUENTES, E.; CORROCHANO, A. & ALONSO GAVILÁN, G. (1983): El Paleógeno de la cuenca del Duero. In: *Libro Jubilar de J. M. Ríos*. Ed. IGME, vol. II, pp. 489-494.
- MIALL, A. D. (1995): Description and interpretation of fluvial deposits: a critical perspective: discussion. *Sedimentology*, **42**: 6-40.
- MIALL, A. D. (1996): *The geology of fluvial deposits (sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology)*. Ed. A. D. Miall. Springer Verlag, New York, 582 pp.
- ROMAN, M. F. & ROYO GÓMEZ, J. (1922): Sur l'existence des mammifères lutétiens dans le bassin du Douro (Espagne). *C. R. Acad. Sc. Paris*, **175**: 13-16.
- SCHMIDT THOMÉ, P. (1950): Basamento paleozoico y cobertera moderna en la parte occidental de España Central (provincias de Salamanca y Cáceres). *Pub. Extr. Soc. Geol. Esp.*, **5**: 56-98.
- SUÁREZ, F. J. & ALONSO GAVILÁN, G. (2001): Estratigrafía y sedimentología de los depósitos terciarios en el área de Salamanca. Guía Cenozoico cuenca el Duero. Univ. Salamanca, 22 pp.
- TEMPLADO, D. & PASTORA, J. L. (1946): *Explicación del Mapa Geológico de España E: 1:50.000. Hoja 478 (Salamanca)*. IGME, Madrid, 63 pp.