

**Caracterización geológica y paleontológica de la
Formación Blesa (Barremiense inferior) en el entorno de
Obón (Teruel).**



Trabajo Fin de Grado (TFG)

Universidad de Zaragoza. Facultad de Ciencias

Grado en Geología. Curso 2015-2016

ÍNDICE

Abstract.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Planteamiento y objetivos.....	3
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Metodología.....	4
2. CONTEXTO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO.....	6
3. ESTRATIGRAFÍA.....	10
3.1. Cartografía.....	10
3.2. Columnas estratigráficas.....	12
4. SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA.....	14
4.1. Restos óseos.....	14
4.2. Icnofósiles.....	21
5. DISCUSIÓN.....	22
6. CONCLUSIONS.....	23
8. REFERENCIAS.....	24

ANEXO 1: YACIMIENTO BARRANCO TEJERÍAS

ABSTRACT

This work is based on a geological study of the Blesa Formation East of the Obón village (Teruel, Spain). The study area is located in the Oliete subbasin (Maestrazgo Basin) in the Aragonese branch of the Iberian Range. The Blesa Formation (lower Barremian) comprises the Josa, Cabezo Gordo, Morenillo and Valdejunco members. The Blesa Formation can also be subdivided into lower Blesa Formation, which includes an episode of continental sedimentation in the Josa member, and upper Blesa Formation, which includes an episode of transitional and marine sedimentation and runs from the top of the Josa member to the top of the Formation. In Obón, only the upper Blesa Formation appears and the Morenillo and Valdejunco members hold most of the thickness. The thickness of the formation increases to the south of the studied area, where the sedimentation must have been higher in the Morenillo and Valdejunco members.

The vertebrate fossil content of Blesa Formation reflects this variety of environments with continental and marine vertebrate remains. The Morenillo member is the one from which the most fossil remains have been recovered, as all the paleontological sites in the Obón area located in it. Fish, plesiosaur and dinosaur isolate remains have been recovered from the Morenillo member. This vertebrate fossil association is coherent with a shallow marine depositional environment in close proximity to the coastline.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento y objetivos

El planteamiento del presente trabajo es el estudio geológico, especialmente paleontológico, de la Formación Blesa en el entorno de la localidad de Obón. Los objetivos planteados son los siguientes:

- Realizar una cartografía geológica centrándose especialmente en los límites de la Fm. Blesa en el entorno de Obón y situar los yacimientos de vertebrados en la misma.
- Elaboración de dos columnas estratigráficas de la Fm. Blesa y realizar un estudio posterior de las mismas.
- Estudio paleontológico de los fósiles de vertebrados hallados en la zona.

1.2. Antecedentes

Los trabajos desarrollados en los materiales del Cretácico Inferior en la Subcuenca de Oliete comienzan en la década de los 70, cuando Canerot (1974) publica su tesis. Canerot et al (1982) publican una síntesis de las características estratigráficas de la Subcuenca de Oliete, donde incluyen la definición de las cinco formaciones geológicas que integran el Grupo Josa, estas son: Fm. Blesa, Fm. Alacón, Fm. Forcall y Fm. Oliete. A finales de esta década, Salas (1987) presenta su tesis de doctoral en la que se caracterizan los materiales de la supersecuencia del Cretácico Inferior, mientras que en la tesis de Martín-Closas (1989), se datan los materiales de la Fm. Blesa mediante carofitas, cuyas conclusiones la sitúan en el Barremiense inferior no basal.

Durante la década de los 90 las publicaciones de la Subcuenca de Oliete aumentan de manera considerable, debido al estudio de la estratigrafía, sedimentología, tectónica y paleontología. En el trabajo de Soria et al. (1992) se realiza un estudio de los materiales marinos de las facies Urgon presentes en las formaciones Alacón, Forcall y Oliete, centrándose en las características estratigráficas y sedimentológicas. Soria et al. (1995) realizan una revisión lito y bioestratigráfica de los materiales pertenecientes a las subcuencas de Aguilón y Oliete, de edad Cretácico Inferior, definiendo de las Subcuencas de Aguilón y Oliete, definiendo formalmente, en esta última, un nuevo miembro en la Formación Blesa en su parte basal, el miembro Josa. En el trabajo de Salas y Guimerá (1996) se propone la agrupación en la denominada Cuenca del Maestrazgo de las subcuencas situadas en la zona de enlace entre la Cordillera Ibérica y la Costero Catalana, por lo que la subcuenca de Oliete queda incluida en este conjunto. Soria et al. (1997) proponen un modelo para explicar la geometría de la subcuenca de Oliete, controlada por la existencia de fallas variscas de orientación NO-SE reactivadas posteriormente y otras de dirección NE-SO, menores, que compartimentan internamente la cuenca. Soria (1997) presenta su tesis doctoral sobre la sedimentación en el Cretácico Inferior y el control que ejerce sobre ella la tectónica en las Subcuencas de Aguilón, Oliete y Aliaga. Casas et al. (1997) estudian las estructuras entre el anticlinal de Montalbán y el sistema de cabalgamientos de la Sierra de Arcos, en los que reconocen dos episodios de carácter extensional, de edad Valanginiense-Hauteriviense y Barremiense y un tercer episodio compresivo posterior, durante el Terciario, que provoca la inversión de las fallas anteriormente mencionadas. Ruiz-Omeñaca et al. (1997) citan en su trabajo, por primera vez, el yacimiento de vertebrados mesozoicos de La Cantalera (Josa), realizando la descripción y clasificación de los fósiles encontrados, así como proponiendo un modelo paleoecológico y paleoambiental que explica la formación del yacimiento.

Ya en el siglo XXI, el grupo de investigación Aragosaurus-IUCA, de la Universidad de Zaragoza, realiza una gran labor investigadora sobre los vertebrados y la Paleoecología de la formación Blesa. Aurell et al (2004) realizan un estudio sedimentológico y estratigráfico en el entorno del yacimiento de La Cantalera, en la formación Blesa, que permite reconocer dos episodios tectosedimentarios que dividen esta formación en un tramo inferior continental y en otro superior con influencia marina. Canudo et al. (2010), realizan una compilación de las publicaciones realizadas sobre el yacimiento de La Cantalera, reconociendo los principales grupos de vertebrados que habitaron la zona, agrupados en un mínimo de 31 taxones de vertebrados y 9 ootaxones de dinosaurios y cocodrilos.

En el entorno de Obón los yacimientos se sitúan en el Mb. Morenillo (Fm. Blesa superior), en el que encontramos los yacimientos de Los Quiñones, donde se ha descrito un nuevo género y especie de pterosaurio Ornithocheiridae (Ulloa-Rivas y Canudo, 2014), Los Centenales, donde se encuentran varios restos de un saurópodo y de donde proceden algunos de los fósiles estudiados en este trabajo, y, por último, los yacimientos de Camino Cabra y Cabra Paridera, donde se describen varios restos de plesiosaurio (Parrilla-Bel y Canudo 2015).

También existe un afloramiento de icnitas de dinosaurio, en el que se diferencian varios rastros de saurópodo, ornitópodo y terópodo. Además hay que destacar la presencia de unos nódulos en la parte media del Mb. Morenillo, que en algunos casos contienen los fósiles de unos decápodos excepcionalmente conservados (Figura 1).



Figura 1: A la izquierda podemos observar el yacimiento de icnitas de dinosaurio. A la derecha, uno de los nódulos mencionados en el que se aprecia el fósil de un organismo decápodo del entorno del yacimiento los Centenales.

1.3. Metodología

La metodología desarrollada en la elaboración de este trabajo se puede dividir en los siguientes apartados:

Trabajo previo: Previamente al trabajo de campo y laboratorio se ha consultado la bibliografía existente sobre la zona, como la desarrollada por Soria et al. (1997) en la década de los 90 y las diferentes publicaciones elaboradas por el grupo Aragosaurus-IUCA, con el fin de conocer la estratigrafía y paleontología de la zona, Canudo et al (2010).

Trabajo de campo: El trabajo de campo se ha dividido en dos aspectos principales. El primero de ellos, reconocer los límites de la Fm. Blesa en el entorno de Obón, tratando de cartografiar sus límites inferior, con la Fm. Chelva, y superior, con la Fm. Alacón. El segundo ha consistido en la elaboración de dos columnas estratigráficas. El procedimiento ha consistido en medir el espesor de los diferentes tramos y realizar una descripción lo más detallada posible de los mismos, siguiendo la metodología aprendida en diferentes asignaturas del Grado de Geología. Durante todas las jornadas de campo se llevó a cabo una prospección paleontológica con el fin de localizar y estudiar los restos fósiles encontrados.

Trabajo de laboratorio: El trabajo de laboratorio se ha centrado en la limpieza y preparación de los fósiles, para lo que se ha empleado diferentes técnicas.

Las muestras de las figuras 12, 13, 14, 15 y 16 solo han sido lavadas con agua y un cepillo, y, en el caso de que se encontrasen fragmentadas, se ha utilizado un consolidante sintético (Paraloid B-72) para la unión de los fragmentos.

El ejemplar BT-4 se consolidó con Paraloid B-72 y posteriormente se sumergió en vinagre (ácido acético diluido), con la intención de disgregar la roca y tratar de no dañar al fósil, que al tratarse de una corona dental, era extremadamente frágil.

Los diferentes dientes de picnodontiformes se obtuvieron tras la disgregación total en ácido acético de una roca recogida en el entorno del yacimiento Los Centenales.

Los ejemplares CENT-2 y CENT-3 han necesitado un proceso mucho más costoso para separarlos de la roca caliza en la que se encontraban. En concreto, CENT-2 necesitó de una primera preparación con percutor de aire comprimido, con el fin de delimitar el tamaño del fósil. Posteriormente, se llevó al laboratorio de preparación de rocas industriales de la Universidad, para disminuir el tamaño de la roca y facilitar el trabajo con ella. Una vez la roca se encontraba cortada, se comenzó a su preparación final, para lo que se protegió la parte visible del fósil con consolidante y se procedió a darle sucesivos tratamientos en ácido acético para disgregar la roca caliza. Entre los diferentes baños se disgregaba la roca con un percutor. Cuando el fósil estaba lo suficientemente expuesto, se separó de la roca con ayuda de cinceles y martillo. Posteriormente se continuó con el mismo proceso de baños de ácido y rebajado con percutor, hasta conseguir limpiar completamente el fósil. Con el ejemplar CENT-3 se siguió el mismo proceso de baños de ácido y disgregación con percutor de aire comprimido (Figura 2).

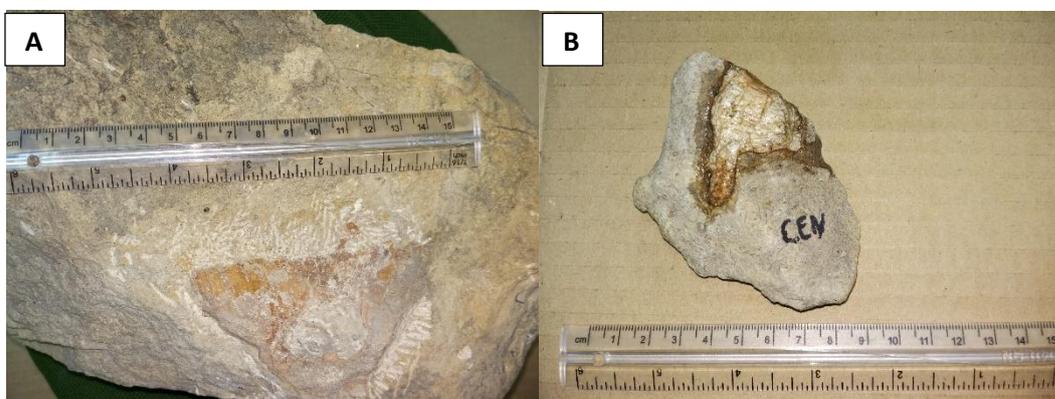




Figura 2: A: ejemplar CENT-2 tras su recogida. B: ejemplar CENT-3 tras aplicarle el consolidante protector. C: CENT-2 ya cortado y tras varios baños y disgregación. D: separación del ejemplar CENT-2 de la matriz rocosa. E: ejemplar CENT-2 al final del proceso. F: ejemplar CENT-3 al final del proceso.

Trabajo de gabinete: se centra esencialmente en la consulta de bibliografía. Esta consulta ha servido para reconocer y comparar la estratigrafía de la zona con otras áreas de la cuenca mejor estudiadas y poder, así, reconocer y distinguir los miembros de la Fm. Blesa además de para identificar los restos fósiles. La redacción de la memoria se ha realizado con Microsoft Office Word 2013 y la elaboración de figuras y gráficos, así como la cartografía con Adobe Illustrator CS6.

2. CONTEXTO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

La zona de estudio comprende los alrededores de Obón. En dicha localidad aflora la Fm. Blesa, en la que se centra este trabajo. Obón se encuentra a unos 100 km. al sur de Zaragoza, ya en la provincia de Teruel. Para llegar desde Zaragoza se debe salir por la N-232 dirección Este y salir a la A-222. Continuar por en esta dirección hasta llegar al cruce que nos permite tomar la TE-V-1145 dirección Josa y Obón.

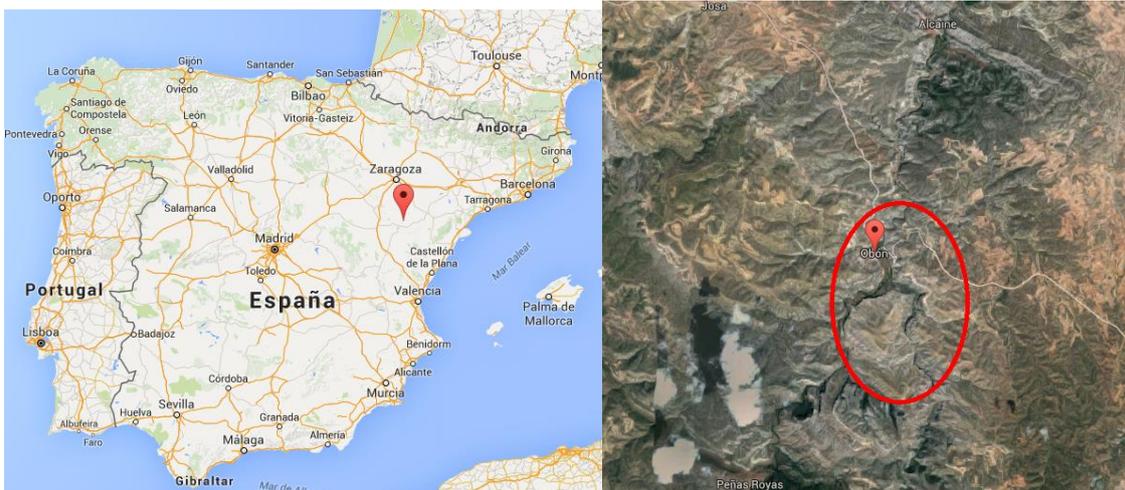


Figura 3: Situación del área de estudio, tomada de Google Maps.

Situación geológica: El área estudiada se encuentra en la rama aragonesa del sector central de la Cordillera Ibérica. La formación en la que se centra este trabajo se depositó en la Cuenca del Maestrazgo, concretamente en la subcuenca de Oliete (Figura 4), formada durante las dos etapas de rift que tuvieron lugar entre el Oxfordiense terminal – Valanginiense superior y el Hauteriviense terminal - Albiense medio (Salas y Guimerá, 1996).

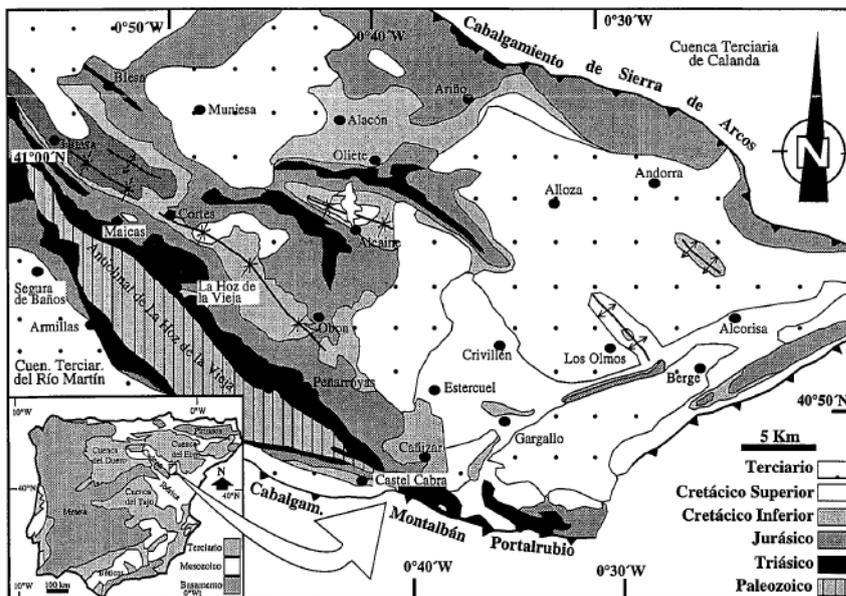


Figura 4. Límites geográficos de la Cubeta de Oliete. Tomado de Soria et al. 1997.

La subcuenca de Oliete es la más septentrional de las siete subcuencas y está delimitada al Norte por la cuenca Cenozoica del Ebro, al Oeste por el anticlinal Paleozoico de Montalbán, sus límites Este y Noreste son respectivamente la Cuenca terciaria de Calanda y el sistema de cabalgamientos de Sierra de Arcos, mientras que su límite meridional lo forma el frente de cabalgamiento de Montalbán (Soria et al. 1997). La subcuenca se halla a su vez compartimentada internamente en dos bloques (bloques de Josa y Blesa) mediante una falla normal de orientación NE-SO con bloque SE hundido. Este control tectónico da lugar a una

cuenca marcadamente asimétrica (Figura 5), que presenta dos depocentros ubicados respectivamente en el entorno del yacimiento de La Cantalera y en las inmediaciones de la localidad de Blesa (Soria et al. 1997).



Figura 5. Ol: Oliete. Pe: Perelló. Pa: Las Parras. Mo: Morella. Ga: Galve. Sa: Salzedella Pg: Peñagolosa. Ubicación de las distintas subcuencas que integran la Cuenca del Maestrazgo. Tomado de Canudo et al. 2010.

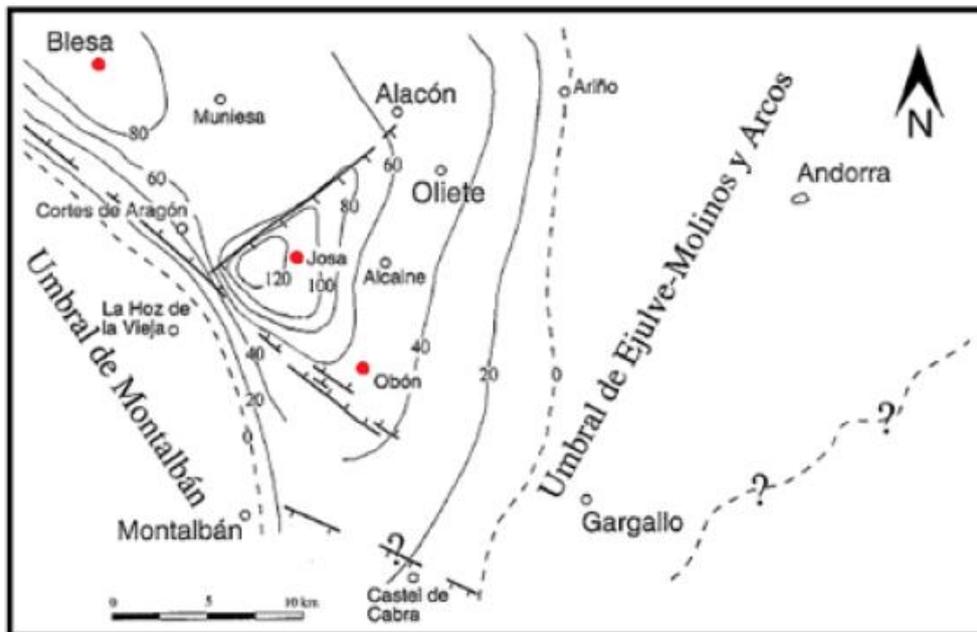


Figura 4. Mapa de isopacas de la primera secuencia de depósito de la formación Blesa. Se pueden observar los dos depocentros existentes en las cercanías de las inmediaciones de los municipios de Josa y Blesa, Tomado de Soria 1997.

El relleno sedimentario de esta subcuenca lo componen las formaciones que integran el Grupo Josa (Soria, 1997); de base a techo son:

- Fm. Margas y Calizas de Blesa.
 - Mb. Josa.
 - Mb. Cabezo Gordo.
 - Mb. Morenillo.
 - Mb. Valdejunco.
- Fm. Calizas de Alacón.
- Fm. Margas de Forcall.
- Fm. Calizas de Oliete.
 - Mb. Calizas de Cabezo Negro.
 - Mb. Margas de la Dehesa.
 - Mb. Calizas de los Estancos.
- Fm. Lignitos de Escucha.
 - Mb. Inferior o Barriada.
 - Mb. Medio o Regachuelo.
 - Mb. Superior o La Orden.

La Fm. Blesa abarca el intervalo temporal Barremiense inferior – Aptiense basal, quedando englobada en dos secuencias de depósito. Los miembros Josa, Cabezo Gordo y Morenillo forman la primera secuencia, mientras que el miembro Valdejunco queda inscrito en la segunda (Soria, 1997).

Aurell et al. (2004), dividen la formación en dos tramos, uno inferior dominado por sedimentación continental y un tramo superior con sedimentación en ambientes transicionales. El límite entre ambos viene dado por la existencia de una superficie de transgresión encostrada y ferruginizada muy neta, desarrollada sobre unas calizas lacustres. Esta diversidad de ambientes y medios sedimentarios queda bien patente en la variabilidad que presentan sus miembros:

- El Miembro Josa presenta dos términos; uno inferior, con depósitos de brechas, lutitas y conglomerados interpretados como depósitos de abanicos aluviales de corto desarrollo (Aurell et al. 2004) y uno superior margoso-calcáreo que marcaría el inicio de la sedimentación en medios transicionales.
- El Miembro Cabezo Gordo está compuesto por lutitas de color rojizo, a menudo con pisolitos. Se han interpretado como el depósito producido en zonas de interferencia entre llanuras lutíticas distales de abanicos aluviales y áreas palustres o lacustres (Soria, 1997).
- El Miembro Morenillo lo forman una alternancia de margas y calizas, propias de un medio lacustre-palustre de naturaleza carbonatada (Soria, 1997).
- El Miembro Valdejunco está compuesto por niveles de naturaleza detrítica, predominantemente lutitas versicolores (de marrón amarillento a violáceas) y areniscas con laminación cruzada en surco y planar. Estos niveles han sido interpretados como depósitos propios de una llanura mareal (Soria, 1997).

3. ESTRATIGRAFÍA

3.1. Cartografía e introducción a la estratigrafía

En la figura 7, se observa la cartografía geológica elaborada durante la realización de este trabajo fin de grado. Las unidades Jurásicas han sido elaboradas a partir del mapa geológico de Oliete de la serie MAGNA (Almela et al, 1975). En el mapa podemos observar, además de las unidades y los principales accidentes tectónicos, los yacimientos paleontológicos más importantes de la Fm. Blesa:

- 1.- Yacimiento los Centenales
- 2.- Yacimiento Los Quiñones
- 3.- Yacimiento Barranco Tejerías
- 4.- Yacimiento Camino Cabra
- 5.- Yacimiento Cabra Paridera
- 6.- Yacimiento de icnitas de dinosaurio

La Fm. Blesa en el área estudiada se sitúa siempre sobre la Fm. Chelva, en contacto discordante, mientras que en su límite superior, concordante, encontramos la Fm. Alacón, perteneciente también al grupo Josa (Fig. 7).

Se ha cartografiado también una falla que afecta a la Fm. Blesa y a la Fm. Alacón, en la zona sureste. Se trata de una falla normal, con un salto de falla métrico (Fig. 6).



Figura 6: Imagen en la que se puede observar la falla que afecta a la Fm. Blesa y a la Fm. Alacón.

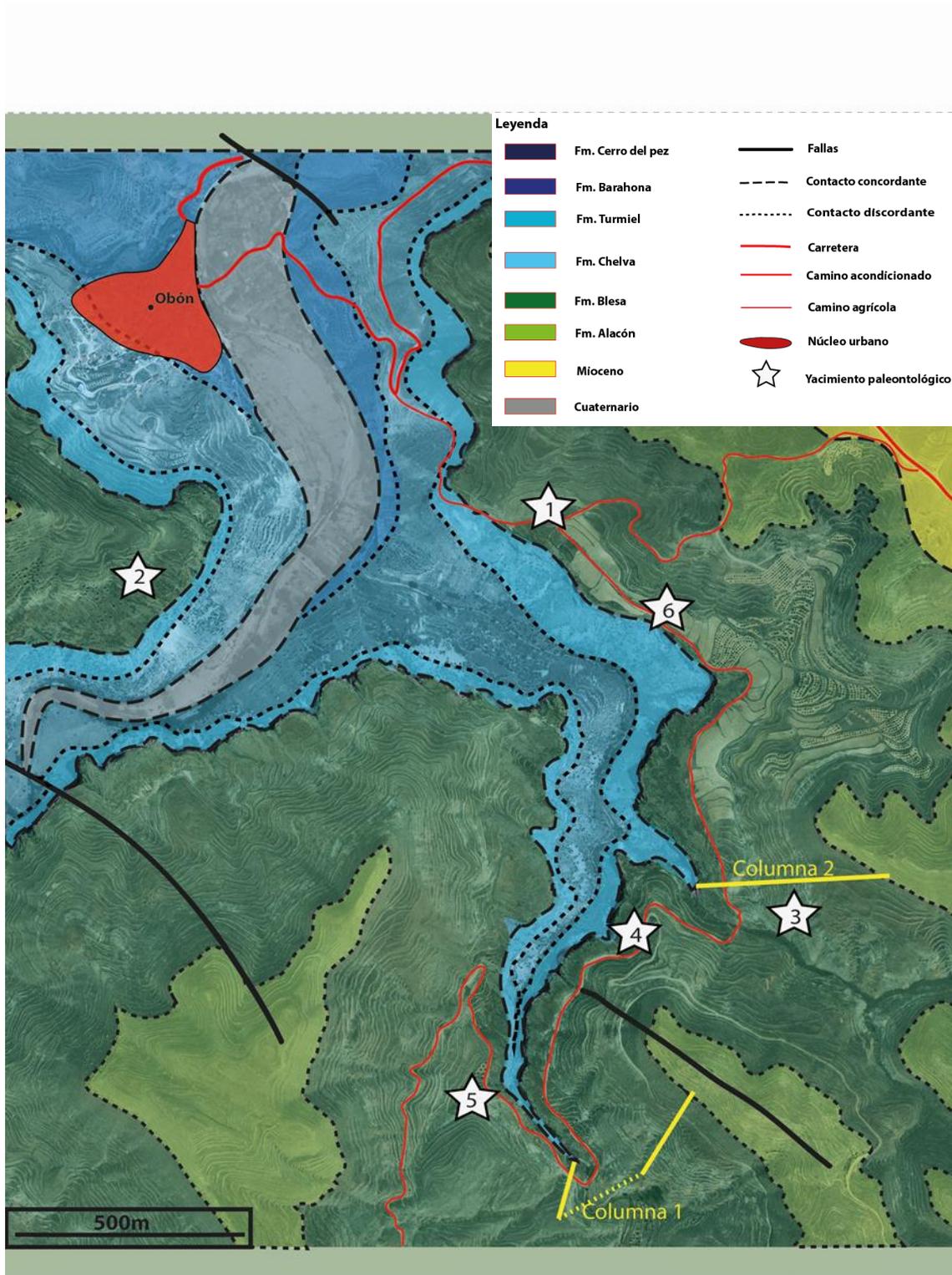


Figura 7: Cartografía de los materiales de la zona de estudio. En líneas amarillas se sitúan las columnas estratigráficas realizadas.

3.2. Columnas estratigráficas y descripción de las unidades

En la figura 8 podemos observar, gracias a las columnas elaboradas, como la Fm. Blesa en el entorno de Obón tiene una potencia variable, desde unos 70 metros en la columna 2 a unos 107 en la columna 1. Todos los miembros presentan una mayor potencia al sur de la zona, pero destaca el Mb. Valdejunco, que sobrepasa los 40 metros de potencia en la columna 1.

En algunos puntos aparecen los cuatro miembros, aunque de forma muy localizada. En Obón solo podemos observar la denominada la Fm. Blesa superior (Aurell 2004), por lo que no aparece la parte inferior del Mb. Josa. En la base de la columna 1, aparece un nivel de un color ocre formado por una bioconstrucción similar a microcodium (Kabanov et al., 2008), propia de zonas vadosas, por lo que podría ser un indicador de que este tramo pertenece al Mb. Josa, y que al subir en la columna la influencia marina es clara. Por encima aparece el Mb. Cabezo Gordo, con una potencia reducida y compuesto por unas margas de aspecto blanquecino.

Por encima aparecen los dos miembros de mayor potencia en la zona estudiada. En primer lugar el Mb. Morenillo, compuesto por una alternancia de calizas y margas de tonos grises. Las calizas se presentan en niveles decimétricos, en muchos casos nodulosas y de base canaliforme y son muy fosilíferas.

El Mb. Valdejunco está formado por lutitas y algún nivel de areniscas. Las areniscas aparecen en la parte basal, en estratos decimétricos, con base canaliforme y estratificación cruzada en surco. Las lutitas son versicolores y ocupan la mayor parte de la potencia.

En líneas generales el Mb. Morenillo es el que mayor contenido fosilífero presenta, de hecho, los fósiles estudiados fueron encontrados en estos niveles. Dentro del Mb. Morenillo aparecen, de forma continuada, varios tramos margosos semicubiertos, en los que se pueden ver intercalados niveles carbonatados con altas concentraciones de restos de peces y ostreidos, lo que indica que se trataría de niveles originados por episodios de tormentas, que acumularían los restos y los enterrarían rápidamente, facilitando así su conservación.

Durante la realización de la columna 2, de manera fortuita, se localizó un nuevo yacimiento paleontológico en un nivel carbonatado, al que se ha nombrado yacimiento Barranco Tejerías. Este yacimiento se encuentra bajo un nivel de calizas nodulosas, y presenta varios fragmentos de huesos que podrían ser recuperables en un futuro (Anexo 1).

Leyenda					
	Bivalvos		Bioconstrucción		Fm. Calizas de Alacón
	Bioturbación		Ostreidos		Calizas
	Gasterópodos		Peces		Lutitas
	Estratificación cruzada		Vertebrados		Areniscas
	Nodulización		Yacimiento		Margas

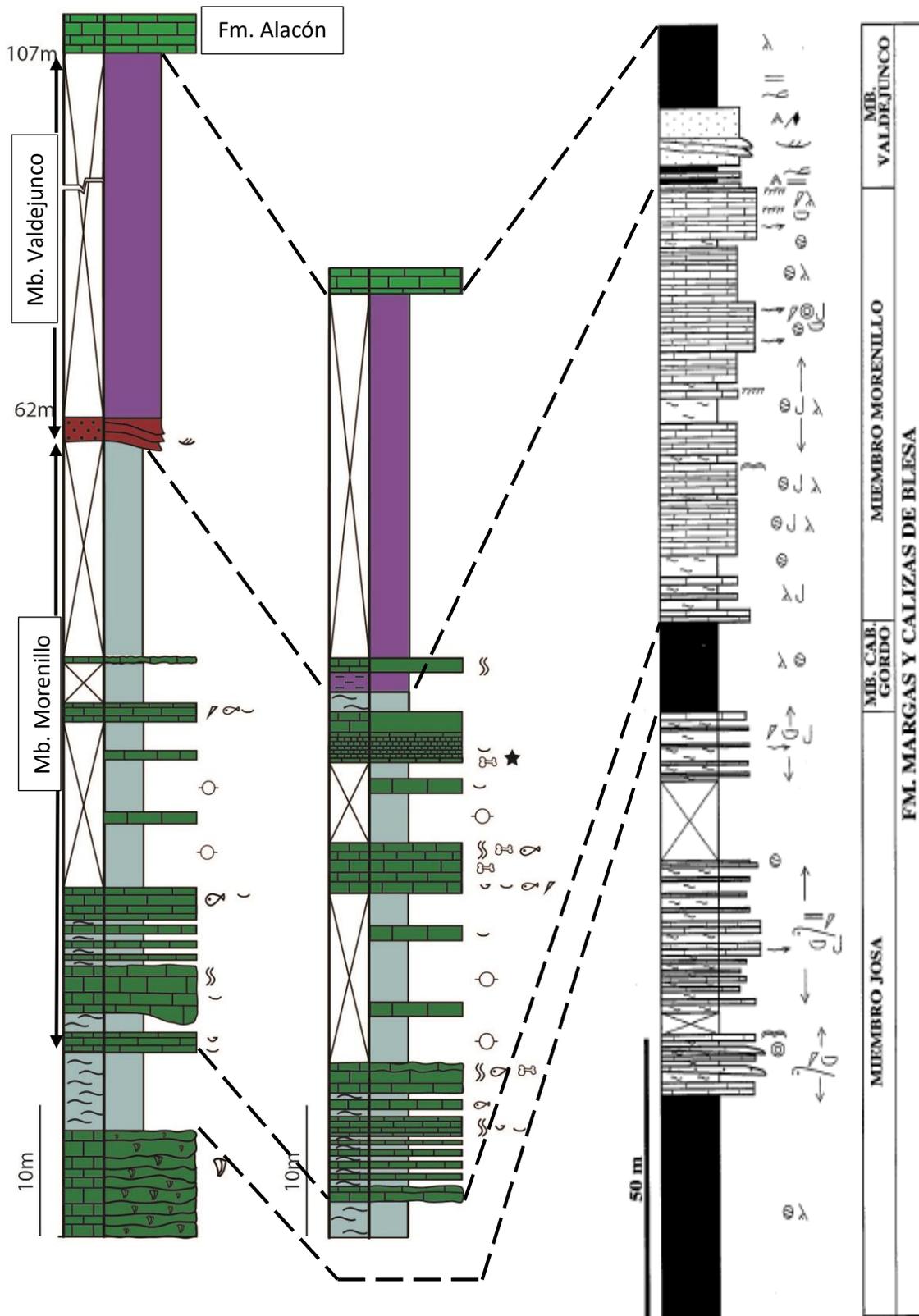


Figura 8: Arriba: Leyenda de las columnas elaboradas. Abajo: De izquierda a derecha: Columna 1, realizada al sur de la zona estudiada, columna 2, situada en el barranco Tejerías, y la columna tipo de la Fm. Blesa, extraída de Soria (1997). También se puede observar una correlación entre los diferentes miembros de la Fm. Blesa.

La Fm. Blesa en el entorno de Obón, se encuentra muy antropizada y gran parte de su potencia se encuentra cubierta por campos de cultivos o alterada por construcciones agrícolas como muros de contención o aterrazamientos.

Los límites para diferenciar los diferentes miembros han sido los siguientes:

- Mb. Josa-Mb. Cabezo Gordo: fin del nivel ocre de bioconstrucción y paso a unidades margosas sin restos fósiles.
- Mb. Cabezo Gordo-Mb. Morenillo: primer tramo de calizas grises, con restos fósiles de fauna marina.
- Mb. Morenillo-Mb. Valdejunco: cambio litológico brusco, paso de materiales carbonatados, margas o calizas, a materiales terrígenos, como son lutitas o areniscas.

4. SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

A continuación se van a describir los restos fósiles encontrados durante la realización de este Trabajo Fin de Grado.

Además de los ejemplares citados a continuación, se han preparado y limpiado los fósiles CETN-2 y CENT-3 (Figura 2), que debido a su conservación y a que se trata de fragmentos, no han podido ser identificados. Probablemente CENT-2 sea una placa de Quelonio mientras que CENT-3 es un fragmento de proceso transversal de una vértebra, que no se puede asignar a ningún taxón.

4.1. Restos óseos

Osteictios

Superclase *OSTEICHTHYES* Huxley, 1880

Clase *ACTINOPTERYGII* Klein, 1885

Subclase *NEOPTERYGII* Regan, 1923

Orden *PYCNODONTIFORMES* Berg, 1937

Familia *PYCNODONTIDAE* Agassiz, 1833

Material: 4 coronas dentales

Localización geológica y geográfica: Fm. Blesa superior (Mb. Morenillo). En el entorno del yacimiento de Los Centenales. Aparecen con relativa frecuencia en rocas pertenecientes al nivel de tormenta. Se han recogido varios ejemplares con diferentes morfologías. Coordenadas UTM: 30T 0692812 / 4530442.

Descripción: se han reconocido 2 morfotipos bien diferenciados morfológicamente (Fig. 9).

El morfotipo A (Fig. 9A) se trata de varios dientes palatales de contorno circular. Presenta una capa de grueso esmalte que cubre completamente la corona. En vista oclusal muestra una superficie lisa, sin ornamentación.

El morfotipo B (Fig. 9B) se trata de un diente palatal de contorno elíptico, en el que la gruesa capa de esmalte recubre completamente la corona y se adelgazada hacia la raíz. En vista lateral

se reconoce una depresión subcircular en el centro de la corona que delimita una elevación central bien desarrollada.

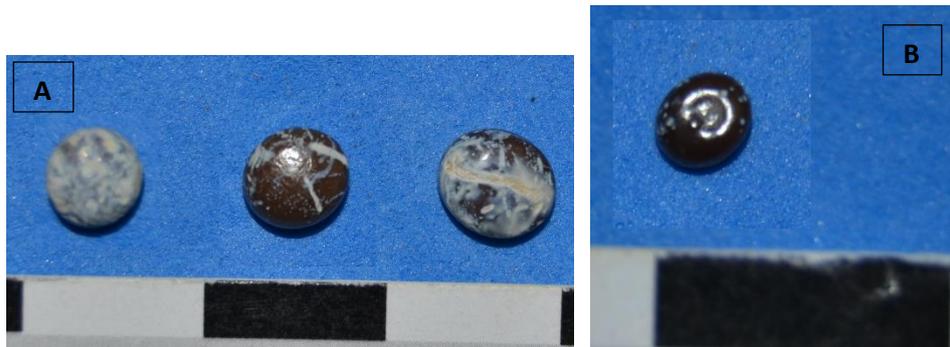


Figura 9: *Pycnodontidae* indet. A: Vista oclusal de tres dientes palatales del morfotipo A. B: Vista oclusal de un diente palatal del morfotipo B.

Discusión: Las diferencias morfológicas de los dos morfotipos parecen indicar dos taxones distintos, pero la falta de ejemplares completos hace que no descartemos que pueda ser heterodoncia de las diferentes posiciones dentales en la boca del osteíctio.

Clase OSTEICHTHYES Huxley, 1880
Subclase ACTINOPTERYGII Cope, 1887
Serie NEOPTERYGII Regan, 1923
División HALECOSTOMI Regan, 1923, sensu Patterson, 1973
Orden PYCNODONTIFORMES Berg, 1937
ARCODONICHTHYS PASIEGAE Poyato-Ariza 2009

aff. Arcodonichthys aff. pasiegae

Localización: Fm. Blesa superior (Mb. Morenillo). En el entorno del yacimiento Cabra Paridera, con unas coordenadas UTM aproximadas: 30T 0692555 / 4529090.

Descripción y comparación: Vómer, CP-1, de 17 mm de longitud y 10 mm de anchura. Se caracteriza por tener 3 filas de dientes, de las cuales, la central es más alargada y en los extremos los dientes se ensanchan. Las filas laterales tienen dientes de menor tamaño y apuntan todos en la misma dirección, hacia la parte posterior de la boca del animal. Se han conservado 7 dientes de la fila central y en la fila lateral mejor conservada se pueden llegar a contar 7 dientes, de los cuales dos se distinguen únicamente por el molde dejado en la roca.

Los picnodontiformes están caracterizados por una dentición heterodonta, con dientes molariformes distribuidos en el vómer y el prearticular. Su alimentación es conocida como durofagia, esto es, que se alimentan de animales con conchas duras o exoesqueletos que trituran con ayuda de estos dientes.

Recientemente,

Poyato-Ariza y Bermúdez-Rochas (2009) definen un nuevo género y especie de picnodontiformes en la Formación Vega de Pas, de edad Valanginiense superior – Barremiense de la Cuenca de Santander, al que nombran *Arcodonichthys pasiegae* (Fig. 10), caracterizado por

poseer en el vómer tres filas de dientes, en los que en el eje mayor, los bordes anterior y posterior de los dientes está curvado hacia posterior. Además los dientes de la fila principal tienen los extremos hinchados y el eje menor de la fila principal es alrededor de la mitad o menos del eje mayor (40-51% en el holotipo). Poseen al menos 8 dientes en la fila principal y los dientes laterales se encuentran dirigidos lateralmente, formando un ángulo de 133-137° con el plano oclusal de la fila principal.

CP-1 es muy similar al holotipo de *A. pasiegae* descrito por Poyato-Ariza y Bermúdez-Rochas (2009) pero carece de la curvatura hacia la parte posterior de la fila central y tampoco hay dos dientes laterales por cada diente central, características que definen tanto al género como a la especie *Arcodonichthys pasiegae*, por lo tanto se ha optado por clasificar el vómer hallado como *aff. Arcodonichthys aff. pasiegae* ya que es probable que se trate de un nuevo taxón del género *Arcodonichthys* debido a las similitudes morfológicas descritas anteriormente.

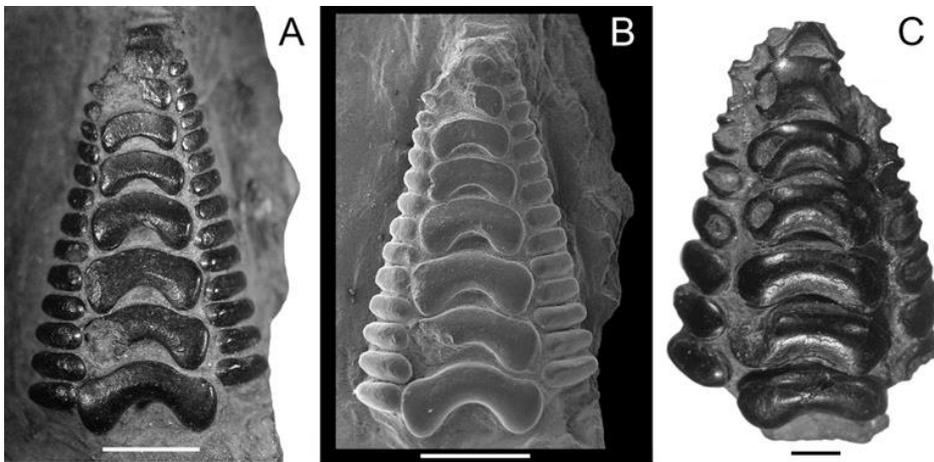


Figura 10: Arriba: A y B: holotipo de *Arcodonichthys pasiegae*, C: paratipo de *Arcodonichthys pasiegae*, (por Poyato-Ariza y Bermúdez-Rochas (2009). Escala=2mm. D: CP-1, vómer hallado en el yacimiento Cabra Paridera, escala = 10mm.

Los picnodontiformes como *aff. Arcodonichthys aff. pasiegae* están caracterizados por una dentición heterodonta con dientes molariformes distribuidos en el vómer y el prearticular. Su alimentación es conocida como durofagia, esto es, que se alimentan de animales con conchas duras o exoesqueletos que trituran con ayuda de estos dientes.

Superorden SAUROPTERYGIA Owen, 1860
Orden PLESIOSAURIA De Blainville, 1835
PLESIOSAURIA INDET.

Material: Se han recuperado un fragmento de diente (BT-4), un fragmento de vértebra (CC-1) y varias falanges (Bt-1 al 3) que se van a describir de manera individualizada.

BT-4

Localización: Fm. Blesa (Mb. Morenillo). En el entorno del yacimiento Barranco Tejerías, en un nivel de calizas nodulosas. Coordenadas UTM: 30T 0693210 / 45295450.

Descripción: BT-4 es un fragmento de corona dental. Se encuentra conservado en la matriz calcárea. La parte visible mide 8 milímetros de longitud y se corresponde con el inicio de la corona, que aún conserva el esmalte. Tiene una morfología débilmente curvada hacia la parte posterior y presenta una fina ornamentación de pequeñas crestas longitudinales.



Figura 11: BT-4: Diente de *Plesiosauria indet.*

CC-1

Localización: Fm. Blesa Superior (Mb. Morenillo). En un nivel margoso junto al camino, próximo al yacimiento Camino Cabra, con unas coordenadas aproximadas UTM: 30T 0692780 / 4529250.

Descripción: CC-1: fragmento de un centro vertebral de Plesiosauria indet. La longitud anteroposterior es de 4 cm. La articulación anterior es cóncava, al igual que la posterior, aunque su conservación es peor. La parte dorsal se encuentra fragmentada, pero se observa como el cuerpo vertebral se alarga, en lo que sería el arco neural. Las facetas de las costillas se encuentran situadas en una posición lateroventral, lo que nos indica que probablemente se trate de una vértebra cervical. Estas facetas son cóncavas y tienen una morfología subcircular.

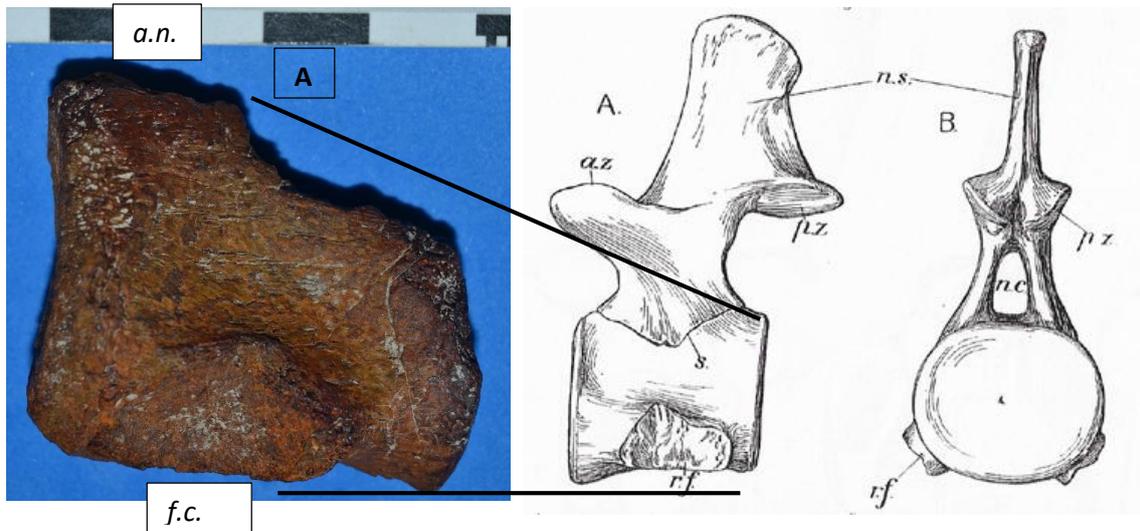


Figura 12. A: CC-1, fragmento de vértebra cervical a la izquierda. B: comparación con un esquema de una vértebra cervical completa de Plesiosauria (Smith, 2016). Leyenda: a.n. posición donde comenzaría el arco neural. f.c. faceta de articulación de la costilla izquierda.

BT-1, BT-2, BT-3

Localización: Fm. Blesa Superior (Mb. Morenillo). En un nivel margoso, en el entorno del yacimiento Barranco Tejerías, con unas coordenadas aproximadas UTM: 30T 0693201 / 45295442.

Material: Tres fragmentos de falanges (Sigla BT-1 al BT-3).

Descripción: BT-1, BT-2 y BT-3 son fragmentos de falanges son de tamaño similar. La morfología de estas falanges es muy característica, de forma cilíndrica pero con las partes distales ensanchadas lateromedialmente. Los tres restos encontrados se encuentran fragmentados por la parte más fina de la falange por lo que, en el mejor de los casos, solo tenemos la mitad de lo que sería el hueso completo. BT-2 posee una mejor conservación mide 32 mm de longitud y 28mm de diámetro en la parte distal y 16mm en la medial.

Estos fragmentos se han asignado a Plesiosauria indet. debido a su morfología similar a la descrita en estos reptiles marinos (Fig. 12). En el miembro Morenillo de la Fm. Blesa se han descrito vértebras y dientes de Plesiosauria indet (Parrilla-Bel, 2015), por lo que en este TFG se describe por primera vez restos del esqueleto apendicular de este grupo de reptiles marinos en la Formación Blesa.

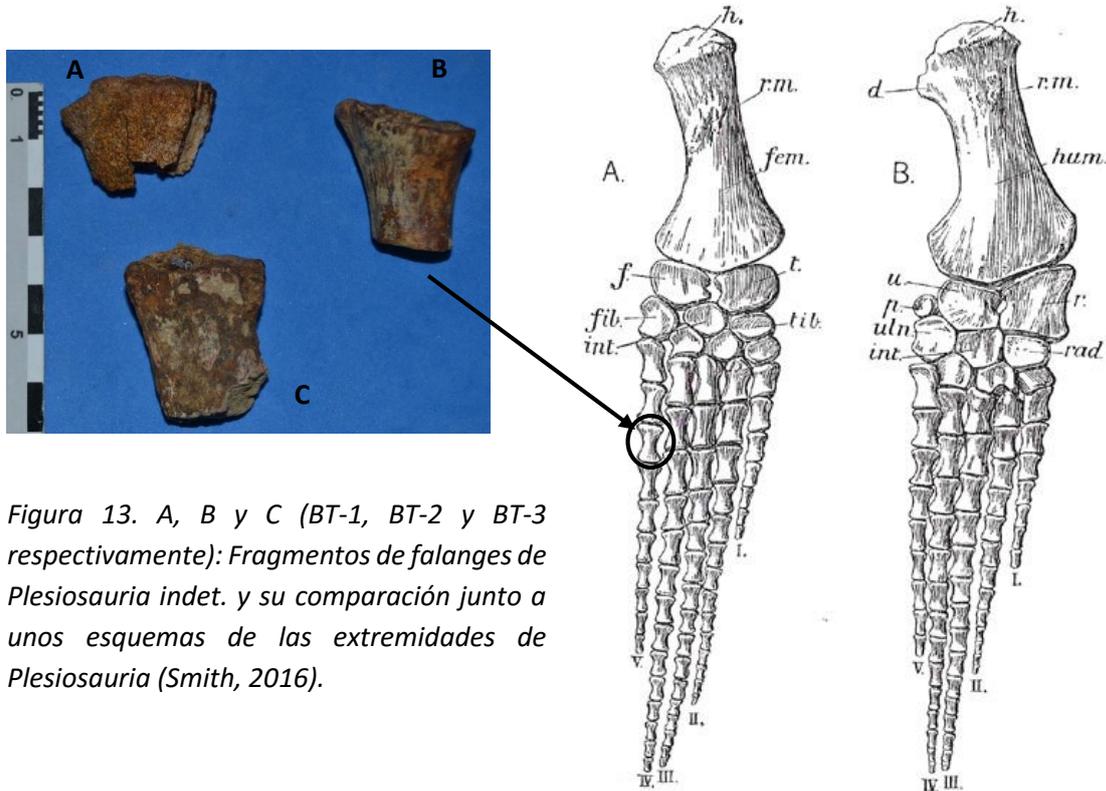


Figura 13. A, B y C (BT-1, BT-2 y BT-3 respectivamente): Fragmentos de falanges de Plesiosauria indet. y su comparación junto a unos esquemas de las extremidades de Plesiosauria (Smith, 2016).

ARCHOSAURIA Cope, 1869
Superorden DINOSAURIA Owen, 1842
Orden ORNITHISCHIA Seeley, 1888
Suborden ORNITHOPODA Marsh, 1871

Material: Un fragmento de hueso largo (CENT-1).

Localización: Fm. Blesa (Mb. Morenillo). Yacimiento Los Centenales.

Descripción: CENT-1 está bien conservado, pero es solo el fragmento proximal de un hueso largo. La longitud conservada es de 7 cm proximodistalmente y 6 cm lateromedialmente, en la zona proximal, es decir, en la zona que articularía con el extremo distal del fémur. Se trata de

un hueso aplanado, de apenas 2 cm de grosor en la zona proximal. Esta morfología de hueso alargado y aplanado, nos permite identificarlo como la epífisis proximal de una fíbula.

La ausencia de una fosa en la parte posterior o caudal, típica de las fíbulas de dinosaurios terópodos, nos indica que este hueso pertenece a un dinosaurio ornitópodo, cuyas fíbulas eran más simples y no poseían elementos morfológicos destacados. Cabe destacar que presenta un extremo proximal menos expandido que *Iguanodon* (Fig.14).

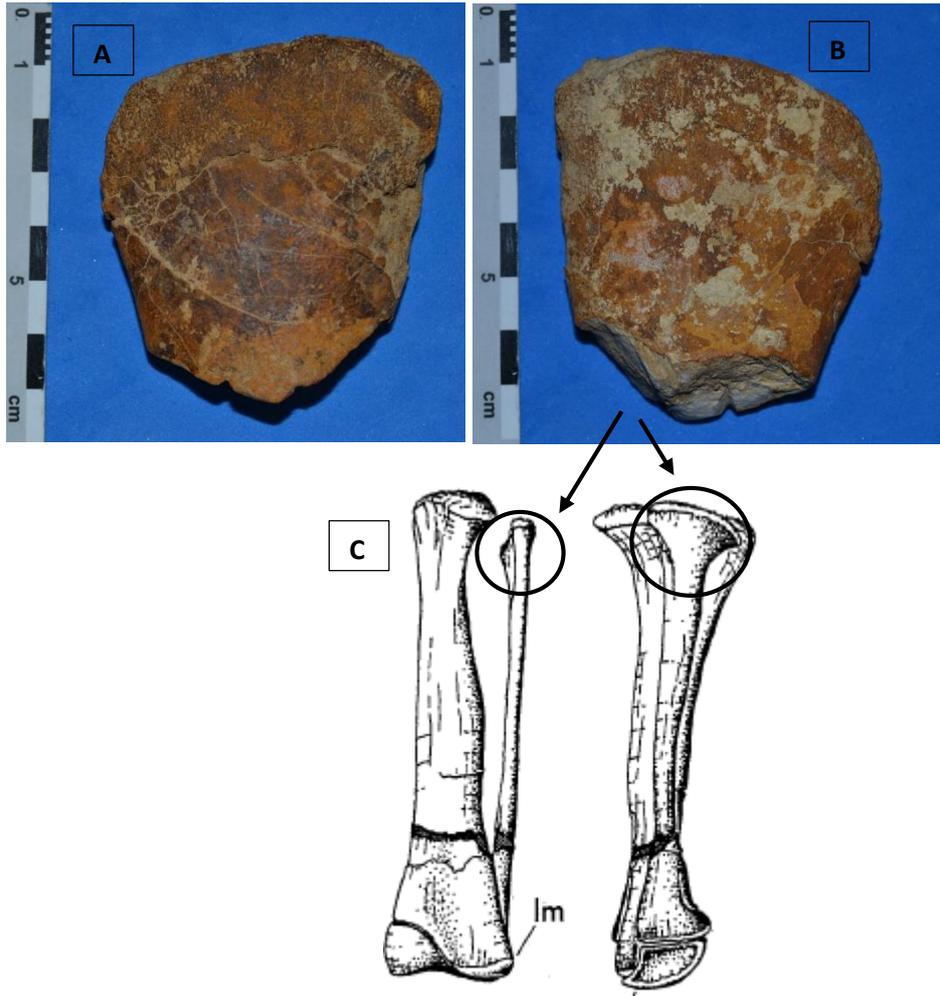


Figura 14: A: Vista lateral (izquierda) de CENT-1 y B medial (derecha). C: vista posterior (ventral) y lateral de tibia y fíbula de *Iguanodon bernissartensis* (Norman 1980), con la parte conservada de CENT-1 señalada.

Chelonia indet.

Localización: aparecen con relativa frecuencia en el Mb. Morenillo. Se han recogido fragmentos fácilmente reconocibles en el entorno de los yacimientos de Los Centenales y Camino Cabra.

Descripción: se trata de varios fragmentos de placas de Quelonia indet. Su conservación no ha permitido reconocer a que taxón pertenecen ya que no se observa ningún tipo de ornamentación y faltarles caracteres diagnósticos (Fig. 15).



Figura 15: fragmentos de placas de quelonio indeterminadas del entorno del yacimiento Camino Cabra.

4.2. Icnofósiles

Chondrichthyes indet.

Localización: Fm. Blesa (Mb, Morenillo), en los entornos del yacimiento Camino Cabra.

Descripción: CC-2 es un coprolito de fosfato cálcico que en superficie tiene colores rojos y pardos formados por óxidos de hierro diagenéticos. Tiene forma alargada, de aproximadamente 50 mm y con sección subcircular de 18 mm. El extremo del coprolito es cónico. Podría dividirse en un primer tramo, sin una ornamentación aparente, y un segundo tramo, en el que se observa una morfología espiralada.

Discusión: la morfología de CC-2 es típica de los condriictios (Diedrich y Felker, 2012), caracterizada por una parte proximal con morfología cónica y ornamentación espiralada, seguida de una parte media y distal en la que el coprolito presenta surcos transversales, lo que podría indicarnos que el productor de este fósil está relacionado con este grupo de vertebrados acuáticos.

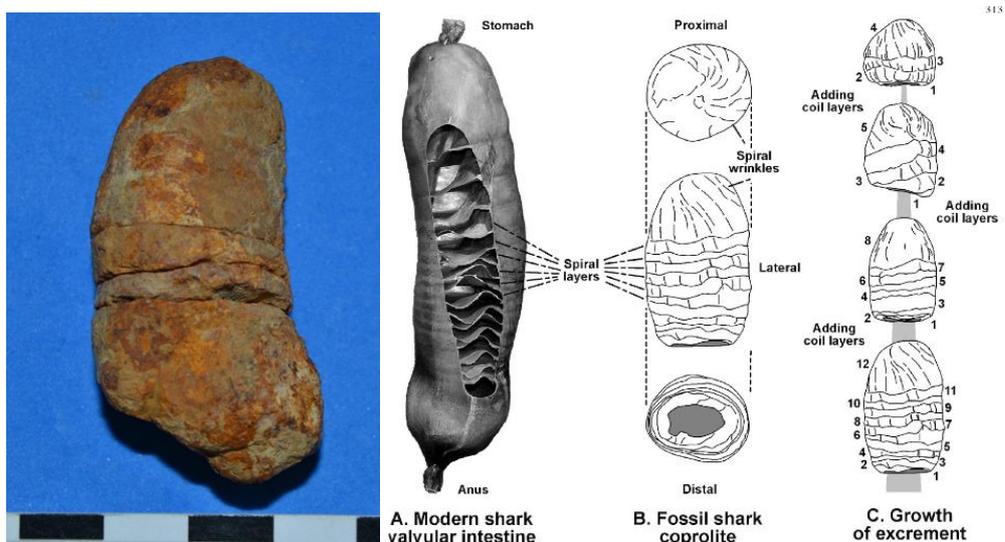
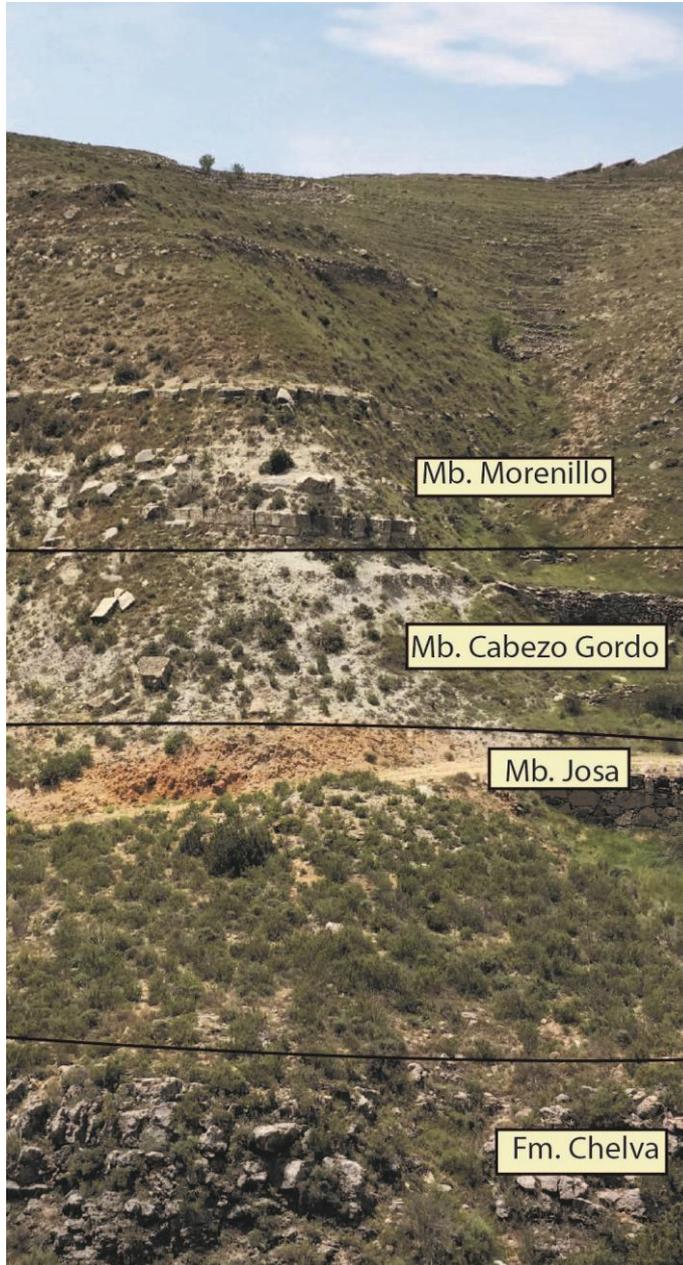


Figura 16: Coprolito de condriictio del entorno del yacimiento Camino Cabra junto a un esquema de su formación tomado de Diedrich y Felker (2012).

5. DISCUSIÓN

En el entorno de Obón, en la Fm. Blesa afloran, aunque de manera discontinua, los cuatro miembros en los que se ha dividido la formación: Mb. Josa, Mb. Cabezo Gordo, Mb. Morenillo y Mb. Valdejunco (Soria, 1997). El Miembro Josa aparece solo en el sur de la zona estudiada y en



tramos de muy poca potencia, en los que se puede observar el afloramiento de una bioconstrucción propia de zonas vadosas.

En la zona estudiada se puede destacar que solo la denominada Fm. Blesa superior (Aurell et al. 2004) aflora, que comienza con una sedimentación correspondiente a una zona prácticamente emergida (Mb. Josa), y que al ascender en la serie pasamos a una sedimentación propia de ambientes marinos, pero próximos a la línea de costa. Esta sedimentación queda caracterizada en los miembros Cabezo Gordo y Morenillo por una sucesión de niveles de margas y calizas, de colores grises, en los que destacan los niveles de tormenta, ya descritos por Soria (1997), donde se puede observar una acumulación de ostreidos y restos de condrictios. Por otro lado, el Mb. Valdejunco presenta una litología propia de ambientes donde la sedimentación es terrígena, en los que dominan las lutitas, de tonos versicolores y niveles intercalados de arenisca de poca potencia.

Figura 17: Distribución de los diferentes miembros de la Fm. Blesa en el entorno de Obón, columna 1.

Destaca también la variación de potencia de la Fm. Blesa en la zona, sobre todo la del Mb. Valdejunco, que aumenta de manera considerable en el sur. Toda esta variación en la litología y en la potencia de los diferentes miembros, así como el registro fósil demuestran la diversidad de ambientes de sedimentación de la Fm. Blesa.



Figura 18: Distribución de los diferentes miembros de la Fm. Blesa en el entorno de Obón, columna 2.

Los vertebrados fósiles recuperados proceden del Mb. Morenillo, la mayoría son de medios marinos, como osteóctios, condriótios o plesiosaurios, aunque no muy alejados de la costa. También se han reconocido restos de tetrápodos terrestres, como dinosaurios ornitópodos y saurópodos. Estos fósiles, en la mayoría de los casos se encuentran conservados en el interior de roca caliza, lo que obliga al uso de tratamientos con diferentes ácidos para su extracción, pero, a su vez, su conservación es mucho mejor, lo que puede llegar a facilitar en gran medida la identificación de los diferentes ejemplares. La presencia de los restos directos de dinosaurios y de icnitas indica que el medio sedimentario oscilaba entre medios continentales costeros y medios marinos cercanos a la costa (fauna marina). Destacar también, que durante la realización de este trabajo se ha conseguido clasificar a nivel específico un picnodontiforme, *aff. Arcodonichthys aff. pasiegae*, aunque con pequeñas variaciones morfológicas, que fue definido en la Cuenca de Santander, en la Fm. Vega de Pas (Poyato-Ariza 2009), de la misma edad, así como localizar y estudiar restos apendiculares de plesiosaurio por primera vez en la Fm. Blesa.

6. CONCLUSIONS

The Blesa Formation appears nearby the village of Obón. In this location, it is integrated by the upper Josa member, Cabezo Gordo member, Morenillo member and Valdejunco member. Most of the Formation's thickness corresponds to the Morenillo and Valdejunco members; the Morenillo member's lithology indicates a predominantly shallow marine environment with episodes of storms sedimentation. In the Valdejunco member, the sedimentation was dominated by the contribution of terrigenous material.

The vertebrate fossil content of the Blesa Formation in Obón is predominantly marine (osteichthyes, chondrichthyes, plesiosaurs), although the presence of the nearby coastline can be seen in the fossil record because of terrestrial dinosaurs (ornithopods, sauropods)' remains.

8. REFERENCIAS

- Almela, A., Mansilla, H., Quintero, I. y Gómez, E. (1975). *Mapa Geológico de España 1:50000, hoja nº 493 (Oliete) y memoria*. IGME, Madrid. 45 p.
- Aurell, M., Bádenas, B., Canudo, J.I. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2004): Evolución tectosedimentaria de la Fm. Blesa (Cretácico Inferior) en el entorno del yacimiento de vertebrados de la Cantalera (Josa, Teruel). *Geogaceta*, 35: 11-14.
- Canerot, J. (1974): *Recherches géologiques aux confins des Chaînes ibérique et catalane (Espagne)*. Tesis doctoral. Universidad Paul-Sabatier, Toulouse, 517 pp.
- Canerot, J., Cugny, P. y Murat, B. (1982): Le bassin Eocretace d'Oliete (Prov. De Teruel, Espagne): un modèle de bassin de plate-forme instable. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8: 267-282.
- Canudo, J.I., Gasca, J.M., Aurell, M., Badiola, A., Blain, H.A., Cruzado-Caballero, P., Gómez-Fernández, D., Moreno-Azanza, M., Parrilla, J., Rabal-Garcés, R. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2010): La Cantalera: an exceptional window onto the vertebrate biodiversity of the Hauterivian-Barremian transition in the Iberian Peninsula. *Journal of Iberian Geology*, 36 (2): 205-224.
- Casas, A.M., Cortés, A.L., Liesa, C.L., Meléndez, A. y Soria, A.R. (1997). Estructura del borde N de la Cordillera Ibérica entre la Sierra de Arcos y el anticlinal de Montalbán. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 23: 243-268.
- Diedrich, C.G. y Felker, H. (2012): Middle Eocene shark coprolites from shallow marine and deltaic coasts of the Pre-North basin in central Europe. *New Mexico Museum of Natural History and Science. Bulletin* 57: 311-318.
- Kabanov, P., Anadón, P. y Krumbein, W.E. (2008): Microcodium: An extensive review and a proposed non-rhizogenic biologically induced origin for its formation. *Sedimentary Geology*, 205: 79-99.
- Martín-Closas, C. (1989): *Els caròfids del Cretaci inferior de les conques perifèriques del Bloc de l'Ebre*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona (inédita), 581 pp.
- Norman, D.B. (1980): On the ornithischian dinosaur *Iguanodon bernissartensis* from the Lower Cretaceous of Bernissart (Belgium). *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 178: 1-103.
- Parrilla-Bel, J. y Canudo, J.I. (2015): About the presence of plesiosaurs at the Blesa Formation (Barremian) in Teruel (Spain). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen*, 278, (2): 213-227.
- Poyato-Ariza, F.J. y Bermúdez-Rochas, D.D. (2009). New pycnodont fish (*Arcodonichthys pasiegae* gen. et sp. nov.) from the Early Cretaceous of the basque-cantabrian basin, northern Spain. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 29(1): 271-275.

- Ruiz-Omeñaca, J.I., Canudo, J.I. y Cuenca-Bescós, G. (1997): Primera evidencia de un área de alimentación de dinosaurios herbívoros en el Cretácico inferior de España (Teruel). *Monografías de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza*, 10, 1-48.
- Salas, R. (1987): *El Malm y el Cretaci inferior entre el Massis de Garraf i la Serra d'Espadà*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona. Tomo I. 345 pp.
- Salas, R. y Guimerá, J. (1996): Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo. *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706.
- Smith, A.S. (en línea). Your online resource for everything 'plesiosaur'. Nottingham Natural History Museum, 2001 (fecha de consulta: 25/06/2016). Disponible en:
< <https://plesiosauria.com/index.php> >
- Soria, A.R. (1997): *La sedimentación en las cuencas marginales del Surco Ibérico durante el Cretácico inferior y su control estructural*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, 363 pp.
- Soria, A.R., Martín-Closas, C., Meléndez, A., Meléndez, M.N. y Aurell, M. (1995): Estratigrafía del Cretácico inferior continental de la Cordillera Ibérica Central. *Estudios Geológicos*, 51: 141-152.
- Soria, A.R., Meléndez, A. y Liesa, C.L. (1997): Tectónica extensional cretácica en la subcuenca de Oliete (Cordillera Ibérica Central). *Geogaceta*, 22: 203-206.
- Soria, A.R., Vennin, E. y Meléndez, A. (1992): Control tectónico en la evolución de las rampas carbonatadas del Cretácico inferior de la Cubeta de Oliete (prov. de Teruel). *Revista Sociedad Geológica de España*, 7 (1-2): 47-61.
- Ulloa-Rivas, J.A. y Canudo, J.I. (2014): New cranial remains of Ornithocheiroidea (Pterosauria) from the Barremian (Lower Cretaceous) of the Iberian Peninsula. En: *Actas de las XII EJIP*, 116-119.

Anexo 1: Nuevo yacimiento Barranco Tejerías.

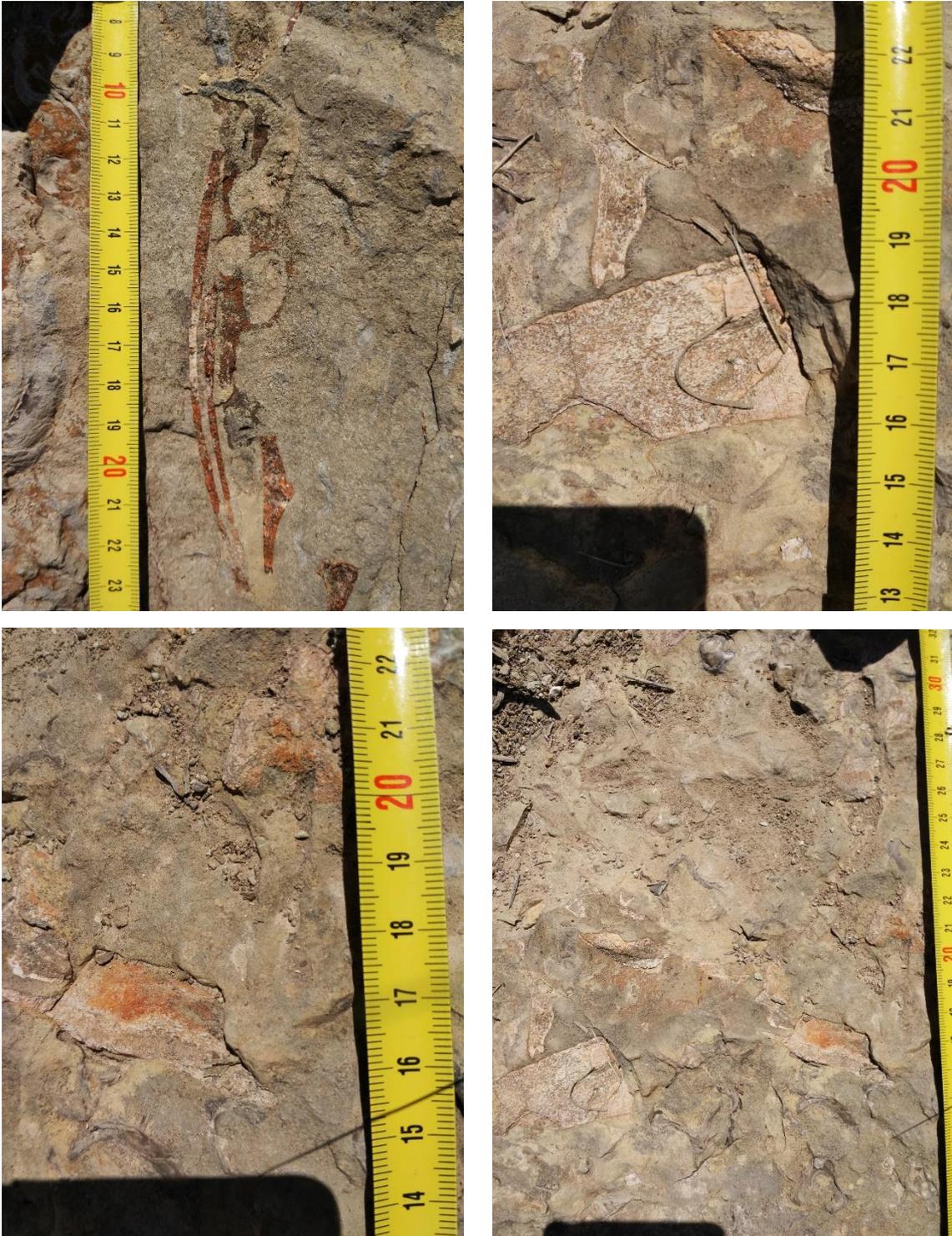


Figura 19: Varias imágenes en las que se pueden observar la acumulación de fósiles de vertebrados y su conservación en el yacimiento Barranco Tejerías.