

Los yacimientos paleontológicos del Jurásico en el valle del Jiloca (Rama Castellana de la Cordillera Ibérica): valoración patrimonial y medidas de protección

Jurassic palaeontological sites in the Jiloca Valley (Castillian branch of Iberian Cordillera, Spain): evaluating the heritage and methods for protection

Guillermo MELÉNDEZ¹, Sixto FERNÁNDEZ-LÓPEZ², Isabel PÉREZ URRESTI¹, Graciela DELVENE¹, María José COMAS-RENGIFO² y Antonio GOY²

1. Departamento de Geología (Paleontología), Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza. e-mail: gmelende@posta.unizar.es
2. Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid. e-mail: sixto@geo.ucm.es

RESUMEN

Entre las localidades de Monreal del Campo y Teruel, la denominada fosa tectónica del Jiloca se extiende con una dirección aproximada NNW-SSE como una estrecha franja hundida, rellena por sedimentos plio-cuaternarios y limitada en ambos flancos por pequeñas elevaciones montañosas: la Sierra Menera (al oeste) y la Sierra Palomera (al este). En ambas sierras, los materiales jurásicos afloran formando secciones caracterizadas por su buena exposición, así como por el carácter completo de las sucesiones estratigráficas y la riqueza paleontológica. Estas características han llevado a los distintos autores a definir numerosas unidades estratigráficas y taxones nuevos de fósiles, así como a seleccionar las distintas secciones como modelo didáctico por su interés estratigráfico, paleogeográfico o paleontológico. Todo ello confiere a estos afloramientos una enorme importancia patrimonial, tanto geológica como específicamente paleontológica y justifica la selección y denominación de los más relevantes como Punto de Especial Interés Paleontológico (PEIP) dentro del Jurásico de la Cordillera Ibérica.

Palabras clave: valle del Jiloca, Jurásico, patrimonio paleontológico, Teruel, España.

ABSTRACT

The so-called "Jiloca Graben" extends widely across the province of Teruel (East Spain) between the localities of Monreal del Campo and Teruel. It follows a general NNW-SSE direction forming a narrow band filled with Plio-quadernary sediments and bounded by two roughly parallel mountain chains: The Sierra Palomera at the East and the Sierra Menera at the West. Jurassic beds crop out in both areas forming wide stratigraphic sections. These are characterised by the superb exposure of the stratigraphic units, the completeness of the sequences and also by the wealth of the fossil content. Such features led the authors to define numerous stratigraphic units in these areas and new fossil taxa, as well as to select many relevant points as clean-cut cases for didactical purposes, as regards their stratigraphical, palaeogeographical and palaeontological interest. This makes the outcrops especially significant from the point of view of the geological and palaeontological heritage, suitable to receive special protection status and to be proposed and nominated as Point of Special Palaeontological Interest (PEIP).

Keywords: Jiloca Valley, Jurassic, Palaeontological Heritage, province of Teruel, Spain.

Afloramientos jurásicos del sector de Sierra Menera

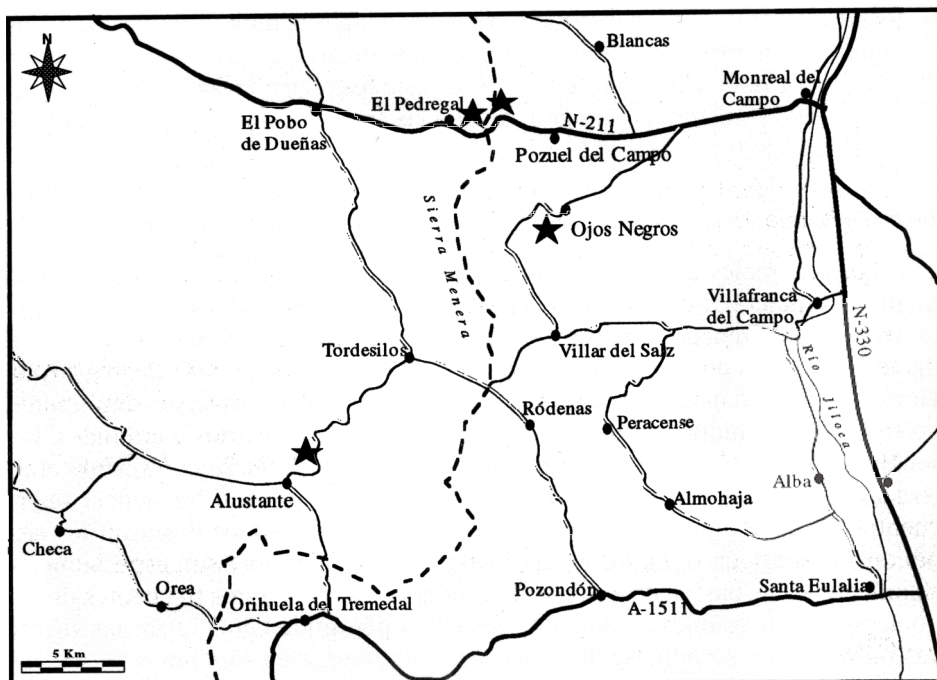
Introducción

La Sierra Menera comprende un conjunto de materiales paleozoicos de orientación aproximadamente NNW-SSE que hacia el NW enlaza con la Sierra del Pobo, al W de Monreal del Campo, y que forma parte del conjunto de unidades paleozoicas asociadas a la Rama Castellana que constituyen las denominadas Cadenas Hespéricas (Liñán *et al.*, 1991). Este núcleo paleozoico se encuentra bordeado en su parte oriental por una banda de afloramientos jurásicos que presentan una especial relevancia en el contexto paleogeográfico de este sector de la Cordillera Ibérica. Los yacimientos paleontológicos más destacados del Jurásico Medio y Superior de este sector son los de Pozuel del Campo-El Pedregal y los de Ojos Negros en Sierra Menera (fig. 1). Bordeando este macizo por el sur y enlazando con las estribaciones orientales de la Sierra de Albarracín tienen un especial interés los afloramientos de Jurásico Medio y Superior de Cella-Pozondón. Dicha banda se extiende hacia el NW hasta las localidades de Alustante, Tordellego y Anquela del Pedregal, ya en la provincia de Guadalajara. En esta región los estudios realizados sobre el Jurásico Medio y Superior son relativamente numerosos y destacan tanto su relevancia desde el punto de vista paleogeográfico como el interés de su contenido fosilífero.

Estratigrafía

Jurásico Inferior

El límite Triásico-Jurásico se encuentra en el interior de las unidades que constituyen el Grupo Renales (Goy *et al.*, 1976). Está representado por el límite



★ Situación de los yacimientos

Figura 1. Mapa de situación geográfica de los yacimientos descritos en el Jurásico del valle del Jiloca (yacimientos de Sierra Menera).

entre las formaciones Imón (dolomías tableadas, con espesores de 10 a 20 m) y Cortes de Tajuña (25 a 40 m de dolomías masivas oquerosas, o carniolas). En el Lías medio, la Fm. Cuevas Labradas está bien desarrollada en esta área. Está formada por una sucesión (60 a 100 m) de calizas y dolomías grises estratificadas en bancos regulares de espesor decimétrico a métrico, y se caracteriza por su bajo contenido fosilífero, reducido a escasos braquiópodos y bivalvos. Este conjunto estratigráfico se encuentra especialmente bien desarrollado en los alrededores de la localidad de Ojos Negros.

Los materiales del Grupo Ablanquejo (Lías medio a superior: Pliensbachiense inferior a Toarciense), definidos por los mismos autores, han sido descritos posteriormente por Goy (1980) entre las localidades de El Pedregal y Pozuel del Campo. Comprenden los materiales de la Fm. Cerro del Pez, constituida por un tramo de 10 a 15 m de margas grisáceas fosilíferas. Entre los ammonites hay que destacar la presencia de *Protogrammoceras*. Sobre ellos se encuentra la Fm. Baharona, que comprende un conjunto de bancos masivos de calizas *packstone* muy bioclásticas, con frecuentes braquiópodos, bivalvos y ammonites. Por encima se encuentra la Fm. Turmiel, que comprende un potente intervalo (50 a 60 m en este

sector) de margas y calizas micríticas o calizas margosas muy fosilíferas. Entre su contenido fosilífero cabe destacar: ammonites, bivalvos, gasterópodos, equinodermos, ostrácodos y foraminíferos. Las sucesiones registradas de ammonoideos han permitido caracterizar con gran detalle las sucesivas unidades bioestratigráficas del Toarciense en este sector (Goy, 1980).

Jurásico Medio

Los materiales del Jurásico Medio se encuentran representados por la Fm. Chelva, formada por calizas microcristalinas, calizas biodetríticas y calizas dolomíticas. Las referencias más cercanas son las descripciones de la columna estratigráfica realizada por Fernández López (1985) en la localidad de El Pedregal (provincia de Guadalajara). El contenido fosilífero es alto y diverso: ammonites, belemnites, braquiópodos, bivalvos, gasterópodos, espongiarios y crinoideos. Las señales de bioturbación, especialmente *Zoophycos* y *Thalassinoides*, son características en algunos intervalos. Entre los epizoarios que con frecuencia se encuentran colonizando las conchas de otros macroorganismos destacan los serpúlidos y los briozoos. En los niveles de la Biozona Niortense son especialmente significativas las bioconstrucciones de espongiarios, con restos frecuentes de crinoideos. Las sucesiones de ammonoideos han permitido caracterizar las sucesivas biozonas del Aalenense, Bajociense y Bathoniense en este punto.

El Calloviense se encuentra bien representado en el área estudiada, con potencias superiores a 20 m (Goy *et al.*, 1981), poco usuales dentro de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. El Calloviense inferior, biozonas Bullatus (*ex Bz. Macrocephalus*) y Gracilis, se encuentra representado por una sucesión de calizas *wackestone* (biomicritas) con bioclastos y filamentos, tableadas, con intervalos margosos. Contienen restos frecuentes de ammonites, belemnites, braquiópodos, bivalvos y equinodermos. El Calloviense medio y superior se encuentra ausente o únicamente se reconoce registro estratigráfico de su parte basal (Biozona Anceps, p.p.), afectados por una importante discontinuidad, de extensión regional a escala de toda la cuenca, que marca el límite Jurásico Medio-Superior.

Límite Calloviense-Oxfordiense

A techo de esta sucesión se localiza el intervalo estratigráfico de calizas con oolitos ferruginosos, definido como la Capa de Arroyofrío. En este sector, dicho intervalo comprende dos capas bien diferenciadas y separadas por una discontinuidad neta, marcada por una superficie irregular y ferruginosa:

- Una inferior (15-20 cm), de aspecto noduloso, de calizas *wackestone*, micríticas con bioclastos y ooides ferruginosos dispersos muy ferruginosas, donde los clastos corresponden en su mayoría a fragmentos de moldes de ammonites y a fósiles fragmentados de otros grupos. Con frecuencia presentan envueltas o costras ferruginosas y muestran evidencias de reelaboración, tales como facetas de desarticulación a favor de septos, encos-

tradas, o facetas elipsoidales y/o surcos anulares de desgaste, aparte de mostrar discontinuidad litológica y estructural con la matriz.

- Sobre ella se sitúa una segunda capa: 25 a 30 cm de calizas *wackestone* de color gris claro, bioclásticas con escasos restos de espongiarios, y con oolitos ferruginosos de pequeño tamaño (0,5 a 2 mm) relativamente frecuentes. Contiene ammonites, belemnites, braquiópodos, crinoides y espongiarios frecuentes; bivalvos y gasterópodos son más escasos.

La edad de estas capas es difícil de precisar dada la escasez de fósiles no reelaborados. La capa inferior podría ser Oxfordiense inferior (Biozona *Cordatum*), incorporando numerosos fósiles reelaborados del Calloviense. La capa superior corresponde probablemente al Oxfordiense medio, parte inferior de la Biozona *Transversarium* (por la presencia de restos fragmentados de *Perisphinctes* s.l.) aunque podría corresponder aún a la Biozona *Plicatilis*.

Jurásico Superior

El Jurásico Superior, para este sector de la Cordillera Ibérica, ha sido estudiado por Goy *et al.* (1981), Meléndez (1989), Aurell (1990) y Aurell y Meléndez (1989b) entre otros, quedando dividido en las siguientes unidades:

- Calizas con espongiarios, Fm. Yátova, definida inicialmente como un miembro superior de la Fm. Chelva (Gómez y Goy, 1979). Comprende una sucesión poco potente (4 a 6 m) de calizas microcristalinas bioclásticas con intercalaciones margosas, más frecuentes hacia la parte superior. Contiene abundantes espongiarios, por lo general fragmentados o en posición de máximo equilibrio; ocasionalmente, en la parte inferior de la unidad, mantienen la posición en que fueron producidos (o de producción biogénica). También contienen crinoides, ammonites, braquiópodos, bivalvos, y escasos belemnites.
- Margas con intercalaciones de calizas margosas y areniscas calcáreas (Fm. Sot de Chera). Esta unidad alcanza un gran desarrollo en este sector, con potencias superiores a los 40 m. Contienen frecuentes bivalvos, braquiópodos, crinoides y corales, así como escasos ammonites y belemnites. En este sector, la parte inferior corresponde aún al Oxfordiense medio y constituye un equivalente lateral en facies terrígenas de la Fm. Yátova (Corbalán y Meléndez, 1987), por lo que sería diferenciado posteriormente como una unidad independiente: Miembro Alustante, de la Fm. Sot de Chera (Aurell, 1990). Esta formación pasa progresivamente a la unidad suprayacente, constituida por una alternancia rítmica de margas y calizas lajosas: Fm. Loriguilla. Los niveles fosilíferos contienen abundantes bivalvos, frecuentes ammonites, corales ahermatípicos y crinoides, y escasos braquiópodos.
- Calizas oolíticas: unidad referida informalmente en un principio por Villena (1971; 1976) como Calizas oolíticas de Pozuel y definida de manera formal posteriormente por Aurell (1990) como Fm. Calizas oolíticas de Pozuel. Esta

unidad en este sector sería asignada por otros autores (Gómez y Goy, 1979, 1981) a la Fm. Higuieruelas (calizas con oncolitos que en ciertas áreas puede presentar barras oolíticas y formaciones coralinas) que constituye el último episodio de la sedimentación carbonatada jurásica en la Cuenca Ibérica. El autor mencionado (Aurell, 1990), no obstante, justifica su diferenciación por la distinta composición litológica, desarrollo regional, edad y posición estratigráfica de esta unidad respecto a la Fm. Higuieruelas. Los tramos fosilíferos dentro de esta unidad contienen bivalvos abundantes y corales ahermatípicos frecuentes. En algún nivel aislado se encuentran belemnites, crinoides y equínidos.

En conjunto cabría decir que en este sector de Sierra Menera, en la región límite entre las provincias de Teruel y Guadalajara, los materiales del Jurásico afloran ampliamente y con un gran desarrollo, presentando condiciones especialmente favorables para la realización de estudios estratigráficos y paleontológicos.

Importancia e interés patrimonial

Los aspectos mencionados han hecho que el área de Sierra Menera haya sido seleccionada por los distintos autores como referencia para el Jurásico de este sector de la Cordillera Ibérica por su valor paleontológico, estratigráfico, paleogeográfico y/o geo-paisajístico. Las secciones de Pozuel, entre las localidades de Pozuel y El Pedregal, han sido designadas como localidad tipo para diversas unidades estratigráficas: Formación Pozuel y Margas del Montón (unidad informal descrita inicialmente por Villena en 1971 que luego se integraría en la Fm. Sot de Chera). Asimismo, el ya mencionado Miembro Alustante, definido en la vecina localidad de Alustante como un término inferior de la Fm. Sot de Chera. Este término litológico tiene una edad Oxfordiense medio-superior, y se puede reconocer en todo este sector y en la Sierra de Albarracín. Los aspectos patrimoniales relativos a los afloramientos se describen en el capítulo siguiente, mientras que los riesgos más inmediatos que podrían afectarlos se encuentran sintetizados en la figura 2.

Valoración de los yacimientos paleontológicos

1. Yacimientos de Ojos Negros (Teruel)

Descripción

Los relieves situados al S y SE de Ojos Negros están formados por materiales del Jurásico Inferior y Medio. Cubriendo los valles se encuentran sistemas de glacis plio-cuaternarios. Numerosos autores citan estos materiales del Jurásico pero no se han realizado perfiles ni cortes de detalle en esta localidad que permitan confirmar, o afirmar, la existencia de afloramientos de relevancia, o de yacimientos con importante valor paleontológico.

INTENSIDAD DEL RIESGO ⇔	escaso		medio		alto		grave	
YACIMIENTOS DE SIERRA MENERA								
Ojos Negros (Lías-Dogger)								
Ojos Negros (Jurásico Sup.)								
Pozuel 1								
Pozuel 2/El Pedregal (*)								
Alustante (*)								
	erosión	explot. mineras	urbanización	obras públicas	vertederos	expolio	suscept. expolio	vulner. expolio
	FACTORES DE RIESGO							

Pertenecen a la provincia de Guadalajara.

Figura 2. Valoración cualitativa de los riesgos que pueden afectar a los yacimientos paleontológicos del Sector de Sierra Menera.

Valoración del interés patrimonial

Los afloramientos más señalados son los del barranco de la Ermita, que desciende desde las afueras del pueblo hasta cortar la carretera del cementerio (Lám. 1, fig. 1). Estos muestran una buena sucesión de los materiales del Jurásico Inferior y Medio (fms. Turmiel y Chelva) y Superior (fms. Yátova, Sot de Chera y Pozuel). La buena exposición y la riqueza fosilífera de los materiales hace de los afloramientos de este término municipal un conjunto de puntos de gran interés patrimonial (Rodríguez Mora y Meléndez, 1998). Entre los elementos más destacables están la buena exposición y buena sección que presentan los materiales de la Fm. Chelva; el buen afloramiento y el interés paleontológico que muestran la Capa de oolitos ferruginosos de Arroyofrío y la Fm. Yátova (Oxfordiense) tanto por su riqueza fosilífera (espongiarios, crinoides, ammonites, belemnites, braquiópodos, bivalvos) como por su aportación a la resolución de problemas bioestratigráficos y tafonómicos. Los estudios en ambos cortes se encuentran aún en curso. Por encima de la Fm. Yátova, las formaciones Sot de Chera y Pozuel afloran extensamente ofreciendo excelentes secciones, por lo que constituyen puntos de especial interés para estudios de carácter estratigráfico. En los tramos margosos de la Fm. Sot de Chera se localizan asimismo diversos intervalos de barras calcareníticas de orden métrico que contienen conchas de bivalvos de gran talla muy bien conservadas.

Riesgos y medidas de protección

Estos materiales jurásicos podrían verse afectados por el ensanche de caminos o bien por los trabajos de la concentración parcelaria. Como se señala en la figura 2, los riesgos que pueden afectar a estos afloramientos son por el momento escasos, reducidos a la erosión, y a la susceptibilidad al expolio del afloramiento.

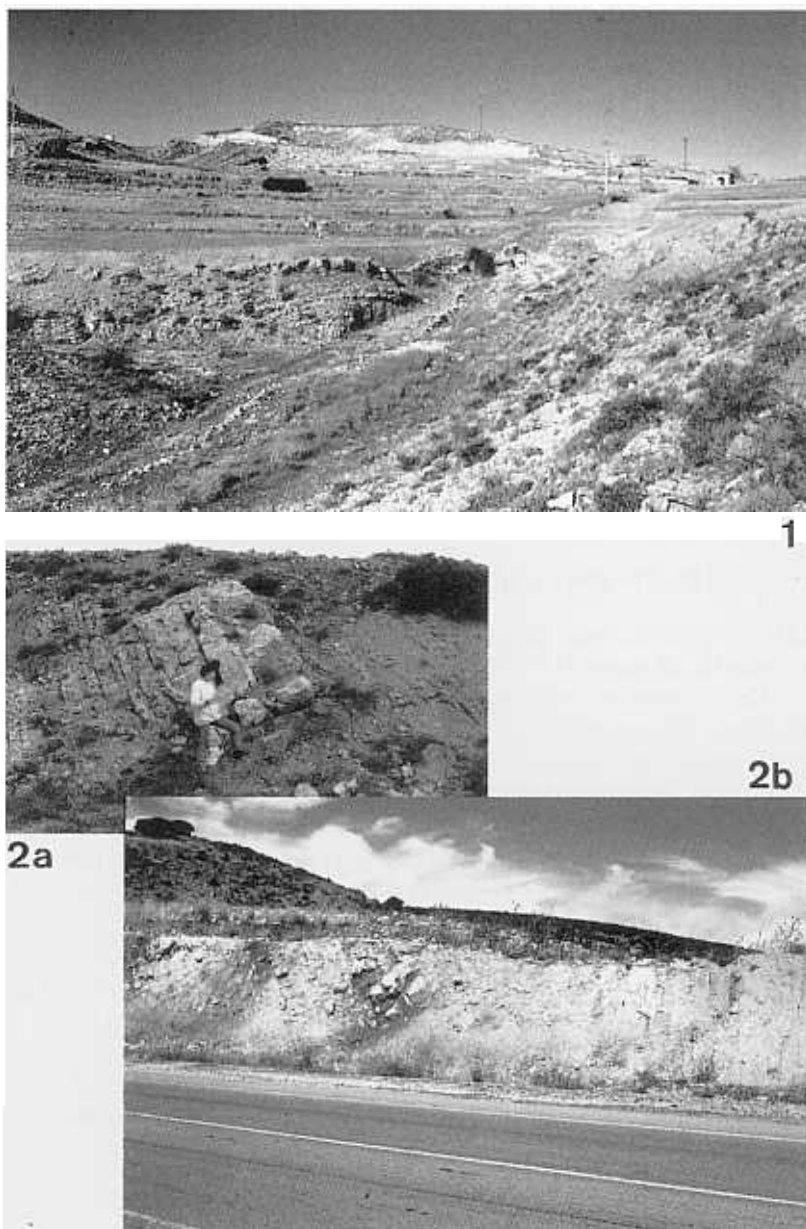


Lámina 1. Fig. 1: Ojos Negros. Panorámica del barranco de la Ermita. En primer término los materiales de la Fm. Chelva y la Fm. Yátova, y al fondo el cerro formado por las formaciones Sot de Chera y Pozuel. Fig. 2: Panorámica general del yacimiento de Pozuel 1 (afloramiento Po.1) en el lado septentrional de la carretera (yacimiento de la Fm. Yátova): (a) antes de las obras de ensanche de la carretera, (b) en 1998, después de las obras de ensanche de la carretera.

ramiento por su buena exposición. No obstante, el buen afloramiento y la riqueza fosilífera de los niveles de algunas unidades podrían exponerlos a un expolio más intenso.

Las principales medidas de protección serían, en el caso de los afloramientos de la carretera, evitar su afección por obras públicas, desmontes por el ensanche de la carretera o construcciones en las proximidades del cementerio. Se debería además realizar informes de impacto paisajístico-geológico aparte de los paleontológicos. En el caso de los afloramientos del barranco de la Ermita, se trataría de evitar el expolio y la destrucción de los niveles fosilíferos por aficionados mediante la concienciación de la población y de las autoridades del pueblo. Asimismo, sería de importancia la vigilancia activa para impedir tanto el vertido de escombros en ese punto como la instalación de vertederos (como suele ser frecuente en yacimientos semejantes).

2. Yacimientos de Pozuel

Las principales secciones de este sector, denominadas Pozuel 1 y 2 (Po.1 y Po.2) y El Pedregal, se localizan a lo largo de la carretera N-211 que une Monreal del Campo con Molina de Aragón, en el límite de provincias y entre las localidades de Pozuel del Campo y El Pedregal. Estas secciones se caracterizan por la buena exposición y desarrollo de todas las unidades del Jurásico. Las unidades cortan transversalmente la carretera, formando una sección natural espectacular, de interés paisajístico y patrimonial, así como de gran valor estratigráfico y paleontológico.

Afloramiento Po.1

Descripción

El afloramiento Po.1, localizado en ambos márgenes de la carretera, muestra una buena sucesión de los materiales del Jurásico Medio (Bathonense-Calloviense; Fm. Chelva) y Superior (Oxfordense-Kimmeridgiense; formaciones Yátova, Sot de Chera y Loriguilla/Pozuel). Estos últimos afloran ampliamente en las colinas cercanas al norte de la carretera. En ambos márgenes, los materiales de la Fm. Yátova se han visto gravemente afectados por las obras de ensanche de la carretera, hasta el punto de causar la casi desaparición del afloramiento del margen septentrional de la misma (Lám. 1, fig. 2 a-b). Esta afección pudo y debió haberse evitado o paliado en su momento mediante la elaboración de un informe previo al inicio de las obras y la realización de una excavación de urgencia.

Riesgos y medidas de protección

En consecuencia, los riesgos más graves que afectan a estos yacimientos serían la continuación de obras de ensanche o la modificación del trazado de la carretera; asimismo, la posible realización de otras obras como aparcamiento para camiones, construcciones, etc. También el expolio de los niveles fosilíferos por co-

leccionistas puede ser importante dada la accesibilidad del afloramiento, lo que aumenta su susceptibilidad y vulnerabilidad. En las unidades superiores, que afloran en la ladera, el mayor riesgo sería el de erosión, dado que su bajo contenido fosilífero y su localización fuera de la carretera disminuye los riesgos de expolio y destrucción.

Afloramiento Po.2

Descripción

El afloramiento denominado Po.2 según los autores, se localiza a lo largo de la carretera desde el mismo límite de provincias hacia la localidad de Pozuel (Lám. 2, fig. 1). En el margen septentrional de la carretera afloran, parcialmente cubiertos, los materiales del Bathoniense y Calloviense (Fm. Chelva). Por encima se encuentra un buen afloramiento de la Capa de oolitos de Arroyofrío, bien expuesta en este punto, y de la Fm. Yátova (Oxfordiense medio). Los materiales del Oxfordiense superior (Fm. Sot de Chera) hasta el Kimmeridgiense (formaciones Loriguilla/Pozuel) afloran ampliamente en las lomas próximas en toda esta área (Villena, 1971; Goy, 1980; Goy *et al.*, 1981; Meléndez, 1989; Aurell y Meléndez, 1989b; Aurell, 1990). Es en este punto en donde se han descrito las unidades Margas del Montón y Calizas oolíticas de Pozuel.

Riesgos y medidas de protección

Los principales riesgos que pueden afectar a este afloramiento, al igual que en el corte Po.1, podrían venir de las obras de ensanche y modificación del trazado de la carretera, si bien en este caso, al encontrarse los materiales más apartados de la carretera, dicho riesgo es menor. El principal riesgo sería el de expolio, al ser éste un afloramiento bastante fosilífero y de alto interés por el estado de conservación de los fósiles en la Capa de Arroyofrío. Por otra parte, la escasa extensión lateral y fácil accesibilidad del afloramiento aumentan su susceptibilidad y vulnerabilidad ante el expolio.

3. Yacimientos de El Pedregal

Descripción

Esta sección, que abarca los materiales del Jurásico Inferior y Medio, se encuentra en la provincia de Guadalajara, llegando hasta el límite con la provincia de Teruel. Las unidades del Jurásico, intensamente tectonizadas, cruzan transversalmente la carretera (Lám. 2, fig. 1). La sección puede seguirse bien a lo largo de la carretera y en las lomas en el margen septentrional de la misma. En el margen de la carretera se encuentra un ejemplo modélico de gran valor didáctico de la transición del Jurásico Inferior al Medio, así como del tipo de sedimentación cíclica y de las secuencias del Aaleniense y del Bajociense inferior (Lám. 2, fig. 2).



Lámina 2. Fig. 1: Panorámica general del Jurásico en el yacimiento Pozuel 2 (afloramiento Po.2) y en la sección de El Pedregal, en el límite entre las provincias de Teruel y Guadalajara. Fig. 2: Pozuel. Yacimiento de El Pedregal. Detalle de los niveles de transición del Jurásico Inferior-Medio junto a la carretera, mostrando su accesibilidad e interés didáctico, así como la susceptibilidad al expolio del yacimiento.

Estimación del valor paleontológico

La sucesión del Aalenense y Bajociense en este punto (Fernández-López, 1985) ha sido objeto de estudios estratigráficos y paleontológicos de detalle, revelándose como una sección clave para la comprensión y resolución de numerosos problemas paleontológicos (tafonomicos y bioestratigráficos), estratigráficos, sedimentológicos y paleogeográficos. Por todo ello, esta sección ha sido habitualmente incluida en itinerarios de excursiones y congresos geológicos. Por otro lado, su buena exposición, accesibilidad y potencial didáctico han hecho que haya sido incluida habitualmente como objeto de prácticas de campo en numerosos cursos de Estratigrafía y Paleontología.

Evaluación de riesgos

En los niveles del Bajociense inferior (Biozona Humphriesianum) a superior (Biozona Garantiana) los riesgos de destrucción son escasos. Los niveles más representativos afloran en la ladera, a varios cientos de metros de la carretera. Otros riesgos derivados de acciones antrópicas son también escasos (construcciones, vertederos) dado su alejamiento de los pueblos cercanos. No obstante, algunos niveles muy fosilíferos en el límite entre secuencias o en los niveles basales de una secuencia, son conocidos por los aficionados y han sido sometidos a un expolio intenso. Otros niveles con concentraciones de fósiles relevantes, tales como construcciones bacterianas, algares o de espongiarios, podrían fácilmente ser objeto de expolio y/o destrucción (v. fig. 2).

Medidas de protección

El conjunto de estas secciones y yacimientos, aparte de haber sido objeto de numerosas publicaciones, ha sido reconocido como cortes de referencia a escala regional para este sector. Las medidas de protección comprenden, por un lado, la exigencia de informes previos a la realización de obras públicas (trazado de la carretera; construcciones) y, por otro, mantener una cierta vigilancia sobre los yacimientos contra el expolio. Dado su alto interés geológico y paleontológico, se podría plantear en un futuro próximo la construcción e instalación de una mesa de interpretación o de paneles explicativos (en el contexto de la propuesta del área del Valle del Jiloca como un futuro Parque Cultural) resaltando su interés científico, patrimonial y didáctico, y de carácter disuasorio respecto a la recolección no autorizada de fósiles.

En definitiva, se trata de que un segmento de la carretera general Madrid-Teruel, que a lo largo de pocos kilómetros atraviesa un paraje de singular belleza y de un interés geológico y paleontológico excepcional, no se vea progresivamente degradado por el expolio, la acción incontrolada de aficionados, los sucesivos ensanches y las alteraciones en el trazado de la carretera y construcciones, acondicionamientos accesorios o vertederos.

4. Yacimientos de Alustante

Descripción

La localidad de Alustante se encuentra al oeste de las elevaciones geográficas de Sierra Menera, dentro de la provincia de Guadalajara. Desde el punto de vista paleogeográfico, no obstante, los afloramientos de este sector constituyen una continuación natural de los de Ojos Negros y Pozuel, por lo que se incluyen dentro de este estudio. En este punto los materiales del Jurásico Medio y Superior afloran ampliamente ofreciendo en ocasiones secciones espectaculares (Lám. 3, fig. 1a). Desde el punto de vista estratigráfico revisten un especial interés al constituir los afloramientos más meridionales del sector de la Sierra Menera-Rama Castellana, al norte del macizo paleozoico de El Tremedal. Hacia el sur, en el sector de la Sierra de Albarracín, la sedimentación durante el Calloviense y Oxfordiense cambia significativamente (Corbalán y Meléndez, 1987; Meléndez, 1989; Aurell, 1990): el Calloviense está representado por secciones condensadas muy incompletas, mientras que el Oxfordiense superior se encuentra representado en su facies característica de calizas con esponjas (Fm. Yátova) en lugar de en la facies del Miembro Alustante.

Estimación del interés patrimonial

En conjunto, desde un punto de vista patrimonial, el interés de estos afloramientos comprendería: su importancia paleogeográfica en relación con sectores próximos; su importancia estratigráfica, al ser localidad tipo de una unidad litoestratigráfica (Miembro Alustante, de la Formación Sot de Chera, y de edad Oxfordiense medio-superior) y, sobre todo, su buena exposición, su accesibilidad y su riqueza paleontológica (Lám. 3, fig. 1b). Ésta reviste una especial importancia en el intervalo Bathoniense-Calloviense por las sucesiones de ammonites, braquiópodos y bivalvos. Las sucesiones de ammonoideos han permitido reconocer una de las zonaciones bioestratigráficas más completas para el Calloviense de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Goy *et al.*, 1981).

En el Oxfordiense, en las calizas de la Fm. Yátova se encuentran frecuentes ammonites, braquiópodos, bivalvos, espongiarios y crinoideos, mientras que los belemnites son más escasos. La superficie que corona esta unidad constituye un *hard-ground* en el que se encuentran frecuentes restos de organismos cementantes (ostreídos) o enraizantes (crinoideos) por lo que tales afloramientos presentan un interés científico y didáctico singular. En las margas arenosas y calizas del Miembro Alustante, aunque el contenido fosilífero es menor, destacan los restos de bivalvos, crinoideos y algunos bancos con corales. Son especialmente interesantes, por su contenido en ammonoideos, los niveles de la Biozona *Bimammatum* (Oxfordiense superior).

Evaluación de riesgos

Los riesgos que pueden afectar a los afloramientos de este sector son, fundamentalmente, las afecciones por obras públicas; el ensanche o modificación del

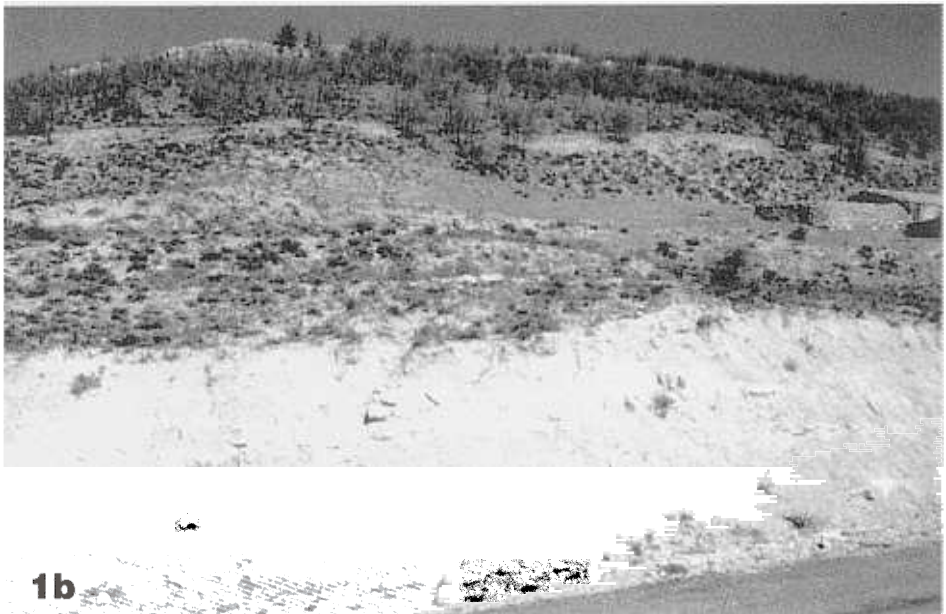


Lámina 3. Fig. 1: Alustante. Vista general de los afloramientos del Jurásico Medio y Superior en esta localidad. (a) Afloramiento de las formaciones Chelva y Yátova (Bathonense-Oxfordiense medio). (b) Vista parcial de los materiales del Miembro Alustante, definido en este punto (Oxfordiense medio-superior).

trazado de la carretera, que pueden cortar o destruir afloramientos de gran interés de la Fm. Yátova y del Miembro Alustante a ambos lados de la carretera. Asimismo, los cultivos realizados recientemente en las margas del Miembro Alustante, en niveles del Oxfordiense medio, han cubierto parcialmente estos materiales. No obstante, el mayor riesgo es el de expolio y recolección incontrolada de material por aficionados, dada la conocida riqueza fosilífera de estas unidades. Este riesgo se ve acentuado por la alta susceptibilidad y vulnerabilidad de los afloramientos, resultante de su buena accesibilidad, en los márgenes de la carretera y en las inmediaciones de los cultivos, y por la escasa continuidad lateral de algunos afloramientos de la Fm. Yátova. Esto los hace especialmente vulnerables tanto al expolio como a las obras públicas (v. fig. 2).

Medidas de protección

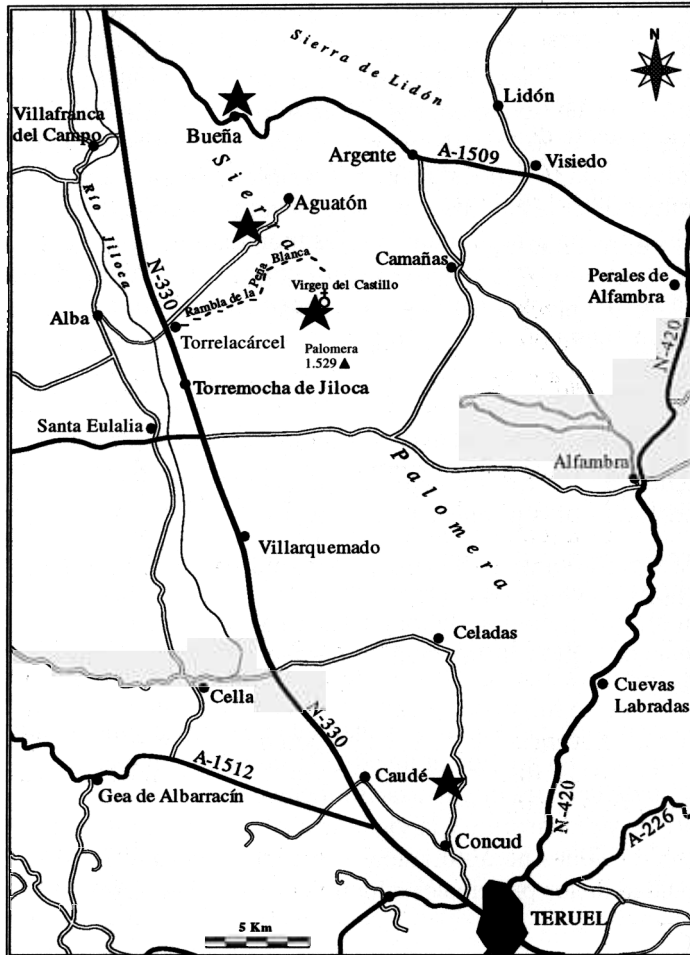
Las medidas de protección más oportunas para estos yacimientos incluirían:

- Exigencia de informes previos de impacto ambiental y el seguimiento de las posibles obras públicas en este sector.
- Informes previos de impacto paleontológico sobre la concentración parcelaria, semejantes a los que se han realizado en localidades cercanas (Ojos Negros), que permitan delimitar las áreas más necesitadas de protección en relación con la instalación de cultivos o construcción de caminos vecinales.
- Protección contra el expolio, mediante la posible integración futura de estos afloramientos en un área protegida (Parque Cultural en el área del Valle del Jiloca, o de la Sierra de Albaracín) incluyendo la instalación de carteles explicativos y disuasorios y la vigilancia activa por parte del Seprona contra las recolecciones no autorizadas. Esta labor se vería facilitada por la accesibilidad de los principales afloramientos en los márgenes de la carretera.

Afloramientos del Jurásico de Sierra Palomera

Introducción

En el margen oriental del valle del Jiloca, la Sierra Palomera forma una alineación de materiales jurásicos y terciarios paralela a la orientación de la Fosa del Jiloca. Geológicamente, esta sierra forma el margen oriental de la misma. Las ramblas y barrancos naturales que cortan estos relieves han expuesto algunas secciones que integran yacimientos paleontológicos de extraordinario interés tanto, en algunos casos, por la riqueza y el carácter completo del registro, como por la importancia paleogeográfica y la riqueza paleontológica de algunos de ellos. En este caso destacan especialmente las secciones del Jurásico Inferior y Medio en la rambla del Salto, y las del Jurásico Medio y Superior en las proximidades de Aguatón y Bueña (fig. 3).



★ Situación de los yacimientos

Figura 3. Mapa de situación geográfica de los yacimientos descritos en el Jurásico del valle del Jiloca (yacimientos de Sierra Palomera).

Estratigrafía

Jurásico Inferior

Las unidades del Jurásico Inferior, aunque se extienden ampliamente a lo largo del margen de la sierra, afloran de modo más favorable en la conocida sección de la Rambla del Salto. Esta rambla, también conocida como de la ermita de la Virgen del Castillo, muestra una sucesión espectacular de todas las unidades del Jurásico, muy favorable para la realización de estudios estratigráficos y paleon-

tológicos de detalle. Los materiales del Jurásico Inferior fueron ya mencionados y estudiados por diversos paleontólogos desde mediados del siglo XIX, especialmente por Dereims (1898) quien reconoció un total de 16 tramos litológicos en los materiales del Sinemuriense al Toarciense superior. En tiempos más recientes esta sección ha sido objeto de estudios bioestratigráficos y sedimentológicos de detalle por Arche *et al.* (1977); Comas Rengifo y Goy (1978); Comas Rengifo (1985) y por Comas Rengifo *et al.* (1985).

Los autores reconocen, a lo largo de una potente sucesión carbonatada (140 m) que abarca las formaciones Cuevas Labradas, Cerro del Pez, Barahona y Turmiel, un total de 460 niveles distribuidos en 14 tramos litológicos (tramos A-N) que abarcarían desde el Sinemuriense superior hasta el Toarciense superior y que se organizarían en tres grandes secuencias de depósito (Comas Rengifo *et al.*, 1985). La inferior, correspondiente a la Fm. Cuevas Labradas, se desarrolla durante el Sinemuriense-Pliensbachiense inferior, terminando en un probable episodio de emersión. La segunda (formaciones Cerro del Pez y Barahona) presenta el registro de una inundación brusca de la plataforma. Se desarrolla durante el Pliensbachiense superior. La tercera (correspondiente a la Fm. Turmiel) se desarrolla durante el Toarciense y representa un ciclo semejante terminando en un estadio netamente regresivo en el Toarciense superior.

Los ammonoideos y braquiópodos de las sucesivas unidades han permitido el reconocimiento exhaustivo y la caracterización de las distintas unidades bioestratigráficas para este intervalo. Aparte de los ammonoideos y braquiópodos tienen una especial relevancia los bivalvos (foladomídeos, ostreidos, pectínidos) y distintos tipos de pistas fósiles frecuentes en muchos niveles: *Thalassinoides*, *Rhizocorallium*, *Arenicolites*, etc.

Las características excepcionales del registro estratigráfico y el contenido fósilífero de las distintas unidades, así como la magnitud de los estudios realizados, hacen de esta sección un caso excepcional en el contexto del Lías de la Cordillera Ibérica.

Jurásico Medio

El Jurásico Medio en este sector se encuentra representado por la Formación Chelva, que aquí comprende un conjunto carbonatado de 140 m de potencia. Al contrario que el Jurásico Inferior, los materiales del Jurásico Medio y Superior fueron descritos por primera vez en la publicación de la hoja 541 (Santa Eulalia) del Mapa Geológico Nacional por Ramírez del Pozo y otros (en: IGME, 1983). En dicha hoja se describen las unidades litoestratigráficas más importantes en la sección de Aguatón. Posteriormente, Fernández-López *et al.* (1985) describen los materiales del Jurásico Medio y Superior, correlacionando las secciones de la rambla del Salto y de Aguatón.

La sucesión comprende un conjunto de tramos de calizas microcristalinas con abundantes nódulos de sílex e intervalos de calizas margosas, bioclásticas y oo-

líticas. Las sucesiones del Jurásico Medio y Superior en este sector fueron descritas por Fernández-López *et al.* (1985). La serie se sigue mejor en la sección de Aguatón, en donde para todo el Jurásico Medio se ha reconocido un total de 301 niveles. Las sucesivas asociaciones registradas de ammonoideos han permitido caracterizar todas las biozonas del Aalenense (en la sección de la Rambla del Salto) y del Bajociense (especialmente en Aguatón). En Aguatón los materiales del Aalenense se encuentran muy reducidos, con un espesor que no supera los 0,5 m, mientras que en la rambla del Salto alcanzan 2,5 m de espesor, habiéndose caracterizado las biozonas *Opalinum*, *Murchisonae* y *Concavum*. A continuación, los materiales del Bajociense forman una sucesión más expandida, con un desarrollo notable de todas las biozonas. En la sección de la Rambla del Salto, los materiales de las biozonas *Humphriesianum* (p.p.), *Niortense*, *Garantiana* y *Parkinsoni* (p.p.) no se observan bien o están parcialmente cubiertos.

Los materiales del Bathoniense forman una sucesión de unos 25 m de calizas biodetríticas y oolíticas estratificadas en bancos masivos de espesor decimétrico. Los escasos ammonites que contienen (*Procerites* y *Oxycerites*) indican una edad Bathoniense. Por encima existe un tramo (3 a 5 m) de calizas micríticas en ocasiones margosas o dolomíticas que contienen escasos restos fragmentados de ammonoideos (*Hecticoceratinae* indeterminado) de probable edad Calloviense.

A techo de esta sucesión, la Capa de Oolitos Ferruginosos de Arroyofrío comprende un nivel de espesor decimétrico (20 a 50 cm) de caliza amarillenta con abundantes oolitos ferruginosos relativamente homométricos y de pequeña talla (0,5 a 1,5 mm de diámetro). Dentro de este nivel se localiza el límite Calloviense-Oxfordiense. La capa más superior en este sector corresponde al Oxfordiense inferior. En la localidad más meridional de este sector, en el afloramiento de Concud, este nivel presenta una capa más irregular con oolitos y pisolitos muy heterométricos cuyo diámetro puede llegar a superar los 2 cm.

Jurásico Superior

Se encuentra representado por las formaciones Yátova (calizas bioclásticas con espongiarios, braquiópodos, bivalvos, ammonites y belemnites), Sot de Chera (margas algo arenosas con intercalaciones de calizas margosas y areniscas) y Loriguilla. La parte inferior de esta unidad, formada por calizas arenosas y oolíticas, corresponde al Miembro Aguatón, definido en esta localidad (Aurell y Meléndez, 1989 a y b). En general puede decirse que contiene frecuentes bivalvos, entre ellos ostreidos, folodomíidos, límidos, pectínidos y trigónidos. También son frecuentes en las dos primeras formaciones los ammonites, además de belemnites, braquiópodos, gasterópodos, equinodermos y foraminíferos. En las dos últimas formaciones son frecuentes además los corales ahermatípicos.

Importancia e interés patrimonial

Muchos caracteres geológicos relevantes contribuyen a dar al sector de Sierra Palomera un alto valor desde el punto de vista del patrimonio geológico y paleontológico. En primer lugar, el buen desarrollo y espectacular exposición, a lo largo de los numerosos barrancos o ramblas que cruzan esta estructura transversalmente, en dirección E-O, hacen que estos cortes hayan constituido secciones de referencia para muchos autores desde el siglo XIX. Los más destacados son los de la Rambla del Salto (en las proximidades de Torrelacárcel), Aguatón y Bueña. Más al sur, en las proximidades de Concud se encuentra otro afloramiento en donde se pueden reconocer las unidades del Calloviense-Oxfordiense. Por otro lado, la intensa deformación que presentan los materiales ha aportado datos de gran interés para la comprensión de la deformación y desarrollo de las estructuras en esta sierra y en la vecina Sierra de Lidón, así como sobre la reciente formación de la Fosa del Jiloca (Calvo, 1984; 1993). No obstante, es la riqueza fosilífera y el desarrollo de las unidades estratigráficas del Jurásico Inferior y Medio (Bajociense) lo que ha permitido realizar trabajos de bioestratigrafía y paleontología de gran detalle.

Las localidades mencionadas destacan asimismo por otros aspectos patrimoniales como es el caso de Aguatón, designada como localidad-tipo de una unidad litoestratigráfica (Miembro Aguatón, de la Fm. Loriguilla). En la localidad de Bueña tiene un especial interés el yacimiento de pistas fósiles de gran talla (*Megaplanolites ibericus* Meléndez) en los materiales del Oxfordiense superior, de la Fm. Sot de Chera. Asimismo, en la Rambla del Salto, la buena exposición y la continuidad y riqueza paleontológica de las unidades del Jurásico Inferior configuran esta sección como una de las más importantes en la Cordillera Ibérica para este intervalo. Todos estos puntos hacen del sector estudiado un área de especial interés geológico y paleontológico que debe añadirse al alto valor patrimonial del entorno del valle del Jiloca, de cara a su posible propuesta futura como área protegida bajo la denominación de Parque Cultural.

Valoración de los yacimientos paleontológicos

La valoración y cuantificación de los riesgos que pueden afectar a los yacimientos paleontológicos en este sector se encuentran sintetizados en la figura 4.

1. Yacimiento de Aguatón

Descripción

En las proximidades de la localidad de Aguatón los materiales del Jurásico afloran siguiendo la dirección general NNW-SSE de la Sierra Palomera, en el extremo meridional del denominado Cerro del Boquerón. Las unidades del Jurásico Medio y Superior (formaciones Chelva-Loriguilla) afloran ampliamente en este punto a lo largo de la carretera que va de Torrelacárcel a Aguatón. Los yacimientos

descritos se encuentran a pocos kilómetros del pueblo, en el túnel que corta los materiales de las formaciones Chelva y Yátova.

En este sector, El Khoudary (1974) realiza un estudio micropaleontológico detallado en torno al límite Oxfordiense-Kimmeridgiense. El Jurásico Medio y Superior (Oxfordiense) es tratado por Fernández-López *et al.* (1985) realizando un estudio bioestratigráfico de detalle. Martín y Fernández (1985) utilizan, de manera informal, el término de Miembro Aguatón, para el tramo inferior de la Fm. Loriguilla en ese sector. Posteriormente se correlacionan los materiales del Jurásico Superior que afloran en las dos márgenes del río Jiloca. Más tarde, Aurell (1990) define formalmente esta unidad con este mismo nombre. Constituye un tramo de aproximadamente 20 m de potencia situado sobre la Fm. Sot de Chera que comprende un conjunto de margas con frecuentes intercalaciones siliciclásticas hacia la base y bancos con ooides y oncoides hacia el techo.

Valoración del interés patrimonial

El interés patrimonial de estos afloramientos, aparte de constituir la localidad tipo de una unidad litoestratigráfica, radica en la riqueza y el interés del contenido paleontológico de algunos intervalos, especialmente en el Bajociense y Oxfordiense. En ambos casos, el estudio de las sucesiones registradas de ammonídeos ha permitido caracterizar las sucesivas unidades bioestratigráficas. La Capa de oolitos ferruginosos de Arroyofrío, en donde se localiza el límite Calloviense-Oxfordiense, resulta especialmente interesante por contener ejemplares de ammonites no reelaborados (en estado mecánico de conservación resedimentado): *Prososphinctes claromontanus* Bukowski, que permiten datar dicha unidad en este punto como Oxfordiense inferior. El alto contenido paleontológico de la Fm. Yátova y las características de la sucesión confieren a este afloramiento un interés singular, tanto geológico como paleontológico. El contenido paleontológico incluye: espongiarios y crinoides abundantes; ammonites, belemnites, bivalvos y braquiópodos frecuentes; y serpulidos, gasterópodos y equínidos escasos. El espectacular afloramiento de esta unidad a la salida del túnel, en donde el techo de esta unidad forma una gran superficie estructural, le aporta un mayor valor patrimonial geológico y paisajístico (Lám. 4, fig. 1). Por último, la buena exposición y la sucesión de facies en las unidades del Kimmeridgiense, base de numerosos estudios sedimentológicos, le añaden un interés didáctico suplementario.

Riesgos y medidas de protección

Las características de las unidades descritas, su modo de afloramiento y las peculiaridades del relieve excluyen a la erosión como un factor grave de riesgo para estos afloramientos. La acción antrópica se puede reflejar principalmente en las obras públicas (ensanche de carreteras o modificación de su trazado, construcción de canteras u otro tipo de instalaciones) y en el expolio o recolecciones de fósiles no autorizadas, por aficionados, en los niveles más fosilíferos. Esto es especialmente evidente en el nivel superior de la Fm. Yátova, que forma una gran su-

INTENSIDAD DEL RIESGO ⇔	escaso	medio	alto	grave				
YACIMIENTOS DE SIERRA PALOMERA								
Aguatón								
Bueña 1 (pistas)								
Bueña 2 (Jurásico)								
Concud								
Rambla del Salto								
	erosión	explot. mineras	urbanización	obras públicas	vertederos	expolio	suscept. expolio	vulner. expolio
FACTORES DE RIESGO								

Figura 4. Valoración cualitativa de los riesgos que pueden afectar a los yacimientos paleontológicos del Sector de Sierra Palomera.

perficie de afloramiento en la salida del túnel. Esta superficie, en los distintos puntos señalados en este sector, debe ser propuesta y asumida, por su carácter excepcional y alta vulnerabilidad, como un punto especial a proteger.

2. Afloramientos de Bueña

En los alrededores de Bueña, a 12 km al SE de Monreal del Campo, los materiales del Jurásico Medio y Superior forman una sucesión muy semejante a la descrita en Aguatón, en la ladera septentrional del denominado Cerro del Boquerón, presentándose en este punto intensamente tectonizados. Los trabajos más reciente sobre la estratigrafía y tectónica de estas unidades en este punto corresponden a Calvo (1993), Calvo *et al.* (1987) y Aurell (1990).

Yacimiento Bueña-1 (Fm. Sot de Chera)

Descripción

En el pequeño barranco situado al norte del pueblo los materiales margosos de la Fm. Sot de Chera afloran ampliamente formando una serie de cárcavas en las que las capas de calizas limosas forman los relieves dominantes. El total de esta formación abarca 45 m de espesor. Calvo *et al.* (1987) han diferenciado dos secuencias:

- La primera está formada por areniscas calcáreas en capas gruesas que pasan progresivamente a una alternancia de intercalaciones finas de arena y marga, siendo las margas predominantes en la parte superior. Las capas arenosas presentan estructuras sedimentarias: *ripples* de corriente, laminación cruzada de bajo ángulo y laminación paralela.
- La segunda secuencia está formada por una asociación de margas y arenas que, en la parte superior, alternan con calizas margosas en capas masivas. Las capas margosas de la parte inferior presentan laminación paralela.



1



3

2

Lámina 4. Fig. 1: Aguatón. Vista general de la sección del túnel de la carretera mostrando la sucesión de las formaciones Chelva, Yátova y Sot de Chera. La gran superficie de afloramiento de la capa superior de la Fm. Yátova deja constancia de su accesibilidad y susceptibilidad al expolio, y de la conveniencia de adoptar medidas de protección. Fig. 2: Bueña. Yacimiento Bueña-1: vista general de los niveles con *Megaplanolites ibericus* Meléndez en la Fm. Sot de Chera. Fig. 3: Bueña. Yacimiento Bueña-1: aspecto de las obras de acondicionamiento en el yacimiento de las pistas fósiles: *Megaplanolites ibericus* Meléndez.

La Fm. Sot de Chera está formada por sucesivas repeticiones de esta secuencia. En toda esta sucesión estudiada se observa un variable grado de bioturbación en las capas calcáreas y arenosas. En la parte inferior de la unidad se han reconocido los ichnogéneros *Planolites* y *Nereites*. En la parte media y superior, *Skolithos* es la pista más abundante. Ocasionalmente puede presentarse asociado con *Planolites*.

En las capas de caliza margosa o limosa, situadas 25 m por encima de la base de esta formación, se encuentran unas pistas fósiles de gran tamaño, que han sido descritas con el nombre de *Megaplanolites ibericus* Meléndez (en: Calvo *et al.*, 1987; Lám. 4, fig. 2). Las interpretaciones del posible productor de esta pista fósil (un crustáceo o, más probablemente, un anélido de gran talla) son discutidas en el trabajo citado.

Valoración del interés patrimonial

El yacimiento Bueña-1 presenta un enorme interés patrimonial por diversos motivos. En primer lugar por ser la localidad tipo de un taxón nuevo, en el que todos los ejemplares existentes del mismo pueden observarse *in situ*. En segundo lugar, por la singularidad de las pistas fósiles, sin equivalente en otros puntos de la Cuenca Ibérica ni en la literatura. En tercer lugar, porque dada la magnitud de las pistas, el afloramiento constituye un verdadero "Museo paleontológico" permanente al aire libre. Esto ha propiciado la selección de este afloramiento como Punto de Interés Geológico (PIG) en el reciente inventario realizado bajo la coordinación de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Montes del Gobierno de Aragón. En relación con esta designación, a iniciativa de la Dirección General de Cultura y Patrimonio y del Ayuntamiento de esta localidad, se han realizado unas obras de acondicionamiento para el acceso al yacimiento y para la canalización de las aguas de escorrentía, instalando una mesa de interpretación con una explicación del ambiente sedimentario y de la formación de las pistas (Lám. 4, fig. 3). El panel explicativo presenta una serie de imprecisiones y erratas evitables en el texto y en el gráfico: reconstrucción del ambiente sedimentario, batimetría de la plataforma, reconstrucción paleoecológica, y más especialmente en lo que respecta a los ammonoideos y otros grupos. Asimismo, la interpretación de la formación de las pistas es discutible, toda vez que se atribuye la autoría a un crustáceo, posibilidad ésta desestimada por los autores (Calvo *et al.*, 1987), y por diversos especialistas consultados, por improbable en favor de un anélido, al no presentar las pistas señal alguna de estrías en la superficie, ni mostrar bifurcaciones del tipo de *Thalassinoides*.

Riesgos y medidas de protección

Dada la situación particular y las características del afloramiento, así como las medidas de protección adoptadas, los riesgos de deterioro, expolio o destrucción por la acción antrópica son escasos. Al contrario, este yacimiento constituye un ejemplo claro del interés y la colaboración que la población puede aportar

en la defensa del patrimonio paleontológico. El mayor riesgo en este caso lo constituye la rápida acción erosiva de las aguas superficiales, que afecta a estas unidades, especialmente a los tramos margosos (v. fig. 4). La disposición vertical de las capas en este punto y su fracturación favorece la infiltración del agua a través de las grietas, lo que en un futuro próximo puede provocar el desprendimiento de bloques y acelerar la meteorización superficial de las pistas. Sería por tanto necesario completar la canalización de las aguas de escorrentía no sólo por la parte inferior sino también por la parte superior del barranco, impidiendo su filtración a través de las capas.

Yacimiento Bueña-2 (Fm. Yátova)

Descripción y valoración patrimonial

En el mismo punto que el afloramiento Bueña-1, en el margen occidental del barranco, los materiales fosilíferos de la Fm. Yátova, que en este punto tiene una potencia de unos 11 m, presentan una buena exposición. Las capas se encuentran intensamente tectonizadas, llegando a encontrarse invertidas. Los niveles superiores (3 m) de esta unidad, muy fosilíferos, igual que en el afloramiento de Aguatón, contienen espongiarios y crinoides abundantes; ammonites, belemnites, braquiópodos y bivalvos frecuentes, y serpúlidos, gasterópodos y equínidos escasos. Las capas muestran una gran superficie de afloramiento, fácilmente accesible, en la que el expolio y la recolección inadecuada de ejemplares han dejado señales evidentes.

Evaluación de riesgos

Los riesgos que afectan a este yacimiento son diferentes a los de las pistas fósiles. Los efectos de la erosión por las aguas de escorrentía son menores. Sin embargo, los riesgos de expolio son mucho mayores, acentuados además por la accesibilidad del mismo, lo que aumenta su susceptibilidad. La vulnerabilidad (facilidad de destrucción), siendo alta, se amortigua en parte por el hecho de que este intervalo estratigráfico y las capas fosilíferas superiores de la Fm. Yátova muestran una gran continuidad lateral en este sector de la Sierra Palomera, aunque no en afloramientos tan favorables (v. fig. 4).

Medidas de protección

Las posibilidades y las medidas de protección de este yacimiento parecen ser en cierto modo opuestas a las del yacimiento Bueña-1. Esto es debido a que la mesa de interpretación con las explicaciones se encuentra sobre la pendiente frente a las pistas, muy cerca del afloramiento 2. De tal manera, las obras de acondicionamiento del afloramiento 1 facilitan el acercamiento y acceso de visitantes al afloramiento 2. Nuevas construcciones o señalizaciones podrían resultar más perjudiciales para este propósito. En teoría, la misma señalización de todo el entorno como punto de interés geológico podría o debería tener un efecto disuasorio sobre el visitante. Así, se podría incluir una señalización en el pueblo informando del interés de los yacimientos de esta localidad y advirtiendo de la pro-

tección legal de los mismos y de la transgresión que supone la recolección no autorizada de fósiles, al igual que se ha hecho en otros puntos, como en el barranco de las Calaveras y en el Cerro de la Garita, en Concud. En cualquier caso, el riesgo de expolio y destrucción de este yacimiento debe considerarse alto, al igual que en el caso de Aguatón.

3. Yacimientos de la Rambla del Salto

Descripción

Los afloramientos jurásicos de la rambla del Salto, o de la ermita de la Virgen del Castillo, conforman probablemente la sección más notable y más completa de este sector de la Cordillera Ibérica y, para algunos intervalos como el Jurásico Inferior, una de las más expandidas y mejor representadas en el conjunto de la Cordillera Ibérica. El barranco que forma esta rambla corta perpendicularmente de oeste a este las unidades del Jurásico desde el Lías medio (Fm. Cuevas Labradas) hasta el Kimmeridgiense (Fm. Loriguilla). Esta sección ofrece una sucesión monoclinial del Jurásico de la región prácticamente continua, sólo levemente alterada por la tectónica. Estas características, así como la riqueza fosilífera de algunos intervalos, hacen de esta sección un conjunto excepcional desde el punto de vista patrimonial (Lám. 5, fig. 1).

Interés patrimonial

Desde su descripción original por Dereims (1898) el Jurásico Inferior en esta localidad ha sido objeto, en las últimas décadas, de diversos trabajos de detalle de carácter estratigráfico, sedimentológico, paleontológico y bioestratigráfico (Arche *et al.*, 1977; Comas-Rengifo, 1985; Comas-Rengifo y Goy, 1978; Comas-Rengifo *et al.*, 1985; Barrón *et al.*, 1997). Por su parte, el Jurásico Medio y Superior en este punto ha sido descrito por Fernández-López *et al.* (1985). En conjunto, los aspectos más destacables de la sucesión y del afloramiento son:

- La buena exposición (incluso se puede calificar de espectacular) de las sucesivas unidades estratigráficas, que ha facilitado estudios de detalle de distintos intervalos y que confiere un alto valor didáctico y científico a esta sección, facilitando asimismo estudios sedimentológicos de detalle.
- La riqueza fosilífera de algunos intervalos (Pliensbachiense, Toarciense, Bajociense, Oxfordiense) y el registro continuo, que han permitido la realización de estudios paleontológicos y bioestratigráficos de detalle.
- El buen desarrollo de los materiales del Aalenense, con relación a otros afloramientos cercanos (Aguatón), que ha permitido caracterizar con ammonites las sucesivas biozonas de este piso.
- El afloramiento de los materiales de la Fm. Yátova, cuya parte superior forma una amplia superficie de exposición con abundantes fósiles de ammonoideos y otros grupos, semejante a la descrita en los otros afloramientos.



Lámina 5. Fig. 1: Sección de la rambla del Salto. Aspecto general de los materiales del Jurásico Inferior y Medio en este punto (formaciones Barahona, Turmiel y parte inferior de la Fm. Chelva). Fig. 2: Rambla del Salto. Vista parcial de los desmontes y afecciones (pequeñas canteras) realizados sobre los materiales de la Fm. Chelva.

Riesgos y medidas de protección

En conjunto estas características justificarían la propuesta de la sección de la rambla del Salto como lugar a proteger por su interés geológico y paleontológico. Los riesgos que afectan o han afectado a este afloramiento son hasta el momento escasos dada su localización en una rambla más o menos apartada de carreteras y de núcleos de población (v. fig. 4). El mismo riesgo de expolio o destrucción es escaso, al tratarse de sucesiones expandidas, no siendo abundantes los niveles con alta concentración de fósiles. El mayor riesgo pueden constituirlo las obras públicas, por la apertura de pequeños desmontes o canteras para la extracción de material para áridos. Dichas acciones, de las que se observan ya algunas evidencias en ciertas unidades, si bien no provocan un deterioro o destrucción notable del patrimonio geológico o paleontológico, sí generan un impacto paisajístico de cierta importancia en un entorno que debe mantenerse inalterado en la medida de lo posible (Lám. 5, fig. 2).

La medida de protección más obvia en este caso sería la exigencia de informes previos sobre impacto ambiental, geológico y paleontológico en el caso de cualquier obra pública que afectara a esta área o a zonas limítrofes, y el posterior seguimiento de las mismas. En el caso de una futura propuesta de esta parte del valle del Jiloca como una zona de especial interés cultural o Parque Cultural, estos afloramientos podrían formar parte preferente de un recorrido geológico como punto de interés singular, si bien sería necesario señalar claramente, mediante carteles explicativos, la importancia científica del lugar y las responsabilidades de la recolección no autorizada de fósiles.

4. Yacimiento de Conclud-Celadas

Descripción

Este afloramiento se encuentra en las proximidades de la carretera que une estas dos localidades, unos kilómetros al norte de la ciudad de Teruel, en un pequeño barranco que corta la elevación del denominado Cerro Gordo. Si bien geográficamente este afloramiento se encuentra en las proximidades de la Sierra Palomera, en el margen oriental de la Fosa del Jiloca, desde el punto de vista estratigráfico y paleogeográfico las características de las unidades que afloran se corresponden más bien con la Sierra de Albarracín. En la parte occidental de la carretera, a lo largo del barranco, los materiales de las formaciones Chelva y Yátova afloran de manera discontinua, parcialmente cubiertas. Los afloramientos nunca son suficientemente favorables como para poder seguir una sección continua de estos materiales. No obstante, en algunos puntos se puede seguir el límite entre ambas unidades, lo que ha permitido realizar ciertos muestreos paleontológicos en el intervalo Calloviense-Oxfordiense y estudiar el nivel de oolitos ferruginosos (Capa de Arroyofrío). Los materiales contienen fósiles de escasos a frecuentes de ammonites, braquiópodos y bivalvos, fundamentalmente. En la Fm. Yátova hay también frecuentes restos de espongiarios y crinoides.

Interés patrimonial

El aspecto más relevante de este afloramiento lo constituye, aparte del contenido en ammonoideos de estas unidades, el desarrollo de la Capa de Arroyofrío. Esta capa, que en este afloramiento muestra una potencia superior a los 50 cm, se caracteriza por la presencia de oolitos ferruginosos muy heterométricos y abundantes, incluyendo pisolitos o pisoides de diámetro superior a 20 mm. Esto llevó a algunos autores (Aurell *et al.*, 1994) a proponer la hipótesis de un escaso transporte para estos elementos (por su escasa granoselección) y de su procedencia de áreas cercanas, probablemente emergidas, apoyando así la idea de la formación de los oolitos ferruginosos en áreas emergidas sometidas a una intensa oxidación (suelos lateríticos). De tal manera, el pequeño afloramiento de Concud tiene un especial interés por su aportación a la reconstrucción paleogeográfica de la cuenca para este intervalo.

Riesgos y medidas de protección

Por su situación fuera de la carretera y apartado de los núcleos de población, y por su escasa relevancia como yacimiento fosilífero, los riesgos que pueden afectar a este afloramiento son prácticamente nulos, a excepción de la propia erosión o los derrubios de la ladera que puedan cubrir las unidades. Su situación en un barranco, no obstante, no lejos de la carretera, podría propiciar el vertido de escombros, como suele ser habitual en muchos barrancos cercanos a núcleos urbanos.

Por todo lo expuesto, y pese a no ser un afloramiento distinguido por su alto contenido fosilífero, el afloramiento de Concud presenta un interés especial en el contexto de la estratigrafía y paleogeografía del Jurásico de la Cordillera Ibérica. Por ello, es habitualmente incluido dentro de excursiones geológicas y didácticas como punto de interés en reuniones científicas y congresos, habiendo sido objeto de estudio en varias publicaciones hasta el momento. Las principales medidas de protección deberían incluir la exigencia de informes sobre impacto ambiental y paleontológico en el caso de realización de obras públicas (ensanche de la carretera u otros), trabajos de concentración parcelaria (trazado de caminos por este punto) o cualquier tipo de acción antrópica. Asimismo, la prohibición del vertido de escombros. El mejor acondicionamiento del afloramiento, dado su interés, quedaría subordinado a la realización de estudios futuros de detalle.

Consideraciones finales

Los afloramientos de materiales del Jurásico en los márgenes del valle del Jiloca, en Sierra Menera y Sierra Palomera, presentan una importancia excepcional en el contexto del Jurásico de la Cordillera Ibérica y de Europa meridional. Esto es así tanto por su riqueza fosilífera como por la contribución que las sucesiones estratigráficas pueden hacer a la reconstrucción paleogeográfica de la Cuenca Ibé-

rica y otras cuencas del Tethys occidental. A este respecto, sería interesante proponer la definición de los yacimientos más relevantes de la región como Punto de Especial Interés Paleontológico (PEIP) ante la Comisión de Patrimonio de la Sociedad Española de Paleontología. Sin duda dicha definición constituiría un primer paso para su declaración como lugares protegidos por la Administración.

Conclusiones

La conservación de los yacimientos paleontológicos y de los puntos de mayor interés geológico y paleontológico impidiendo su destrucción y expolio es una responsabilidad, por un lado, de los científicos encargados de su estudio y, por otro, de la Administración que puede progresar en el desarrollo de medidas reguladoras y protectoras, así como en el perfeccionamiento del marco legal. No obstante, nada de esto será posible si no se consigue la participación activa y la concienciación de la población sobre su propio patrimonio. Por otra parte, la creación de zonas protegidas y la posible propuesta de un Parque Cultural en esta zona del valle del Jiloca, que permitiera la protección de los diversos valores culturales y patrimoniales de esta región, parece una iniciativa posible, loable y digna de apoyo. En tal caso, los yacimientos aquí descritos tendrían una consideración preferente como parte destacada del patrimonio paleontológico y geológico.

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución al proyecto de investigación PB96/838 de la DGES-CSIC. Los trabajos sobre Sierra Palomera fueron financiados con una ayuda económica de la Dirección General de Patrimonio del Gobierno de Aragón (DGA). Isabel Pérez Urresti y Graciela Delvene se beneficiaron de una beca de investigación del Instituto de Estudios Turoleses y del CONSI + D (DGA) respectivamente. Los autores desean manifestar su agradecimiento al Dr. François Atrops (Universidad de Lyon) y a Enrique Peñalver (Universitat de València) por la lectura crítica del manuscrito y por su ayuda en la composición de las láminas, y a Celia Soria Llop (Universidad de Zaragoza) por su ayuda en la corrección del texto.

Bibliografía

- Arche, A., Comas-Rengifo, M.^aJ., Gómez J.J. y Goy, A. 1977. Evolución vertical de los sedimentos carbonatados del Lías medio y superior en Sierra Palomera (Teruel). *Estudios Geológicos*, **33**, 571-574.
- Aurell, M. 1990. *El Jurásico Superior de la Cordillera Ibérica Central (provincias de Zaragoza y Teruel)*. *Análisis de Cuenca*. Tesis Doctoral (inérita), Universidad de Zaragoza, Departamento de Geología, 510 pp.

- Aurell, M., Fernández-López, S. and Meléndez, G. 1994. The Middle-Upper Jurassic oolitic ironstone level in the Iberian Range (Spain): eustatic implications. *Geobios*, MS 17 (2), 1994, 549-561.
- Aurell, M. y Meléndez, A. 1989a. Influencia de la falla del Jiloca durante la sedimentación del Malm en la Cordillera Ibérica central (provincia de Teruel. Relación tectónica-sedimentación). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 2 (1-2), 65-75.
- Aurell, M. y Meléndez, G. 1989b. El Jurásico Superior en el sector occidental de la Rama Castellana (Cordillera Ibérica): Secuencias deposicionales y nuevos datos bioestratigráficos. *XII Congreso Español de Sedimentología, G.E.S.*, 1, Comunicaciones, 187-190.
- Barrón, E., Comas-Rengifo, M.^aJ. y Trincao, P. 1997. Estudio palinológico del tránsito Pliensbachiense/Toarciense en la Rambla del Salto (Sierra Palomera, Teruel, España). En: *Comunicaciones del IV Congreso Jurásico de España* (Eds. G. Meléndez e I. Pérez Urresti), Alcañiz, 1997, 43-44.
- Calvo, J.M. 1984. Estudio estructural de la cobertera y de los condicionamientos del sustrato en el sector de la Cadena Ibérica Oriental comprendida entre Aguatón y Lidón (Teruel). *Teruel*, 72, 73-95.
- Calvo, J.M. 1993. *Cinémática de las fallas discontinuas en el sector central de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral (inédita), Universidad de Zaragoza, Departamento de Geología, vol. 1, 355 pp.
- Calvo, J.M., Gil, E. and Meléndez, G. 1987. *Megaplanolites ibericus* (ichnogen. et ichnosp. nov.), a new trace fossil from the upper Jurassic (uppermost Oxfordian) of Bueña (Teruel province, Iberian Chain, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 61, 199-204.
- Comas-Rengifo, M.^aJ. 1985. *El Pliensbachiense de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral, Editorial Universidad Complutense, Madrid. Colección Tesis Doctorales, 19/85, 594 pp.
- Comas-Rengifo, M.^aJ. y Goy, A. 1978. El Pliensbachiense y Toarciense en la Rambla del Salto (Sierra Palomera, Teruel). En: *Grupo español del Mesozoico; Guía de Excursiones, Jurásico de la Cordillera Ibérica*, Universidad Complutense, Madrid, Facultad de Geología, 1978, IV, 1-11.
- Comas-Rengifo, M.^aJ., Goy, A. y Yébenes, A. 1985. El Lías de Sierra Palomera. In: *Le Jurassique des Ibérides Orientales: Livre Guide* (Eds. J. Canerot et A. Goy), Université de Toulouse, GFJ-GEM. *Strata* (2), 2 (1), 142-153.
- Corbalán, F. y Meléndez, G. 1987. Nuevos datos bioestratigráficos sobre el Jurásico Superior de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. *Com. XI Congreso Español de Sedimentología. Acta Geologica Hispánica*, 21-22, 555-560.
- Dereims, A. 1898. *Recherches géologiques dans le sud de l'Aragón*. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur en Scien-

- ces Naturelles. Le Bigot Frères, Imprimeurs-Editeurs, Lille, Ser. A (312), 969, 198 pp.
- El Khoudary, R.H. 1974. Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Jura von Ostspanien, VI. Untersuchungen im Oberjura der südwestlichen Iberischen Kordillere unter besonderer Berücksichtigung der Mikrofauna (Provinz. Teruel und Rincón de Ademuz). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, **144**, 269-341.
- Fernández-López, S. 1985. *El Bajociense en la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Geológicas, Departamento de Paleontología, 850 pp.
- Fernández-López, S., Meléndez, G. et Sequeiros, L. 1985. Le Dogger et Malm de Sierra Palomera. In: *Le Jurassique des Ibérides Orientales: Livre Guide* (Eds. J. Canerot et A. Goy), Université de Toulouse, GFJ-GEM. *Strata* (2), **2** (1), 142-153.
- Gómez, J.J. y Goy, A. 1979. Las unidades litoestratigráficas del Jurásico Medio y Superior, en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica. *Estudios Geológicos*, **35**, 569-598.
- Gómez, J.J. y Goy, A. 1981. Evolución lateral de las unidades litoestratigráficas del Jurásico Medio y Superior en facies carbonatadas de la Cordillera Ibérica. *Cuadernos de Geología*, **10**, 83-93.
- Goy, A. 1980. El Jurásico entre El Pedregal y Pozuel del Campo (provincias de Guadalajara y Teruel). En: *XIV Curso de Geología Práctica*, Teruel, 1-8.
- Goy, A., Gómez, J.J. y Yébenes, A. 1976. El Jurásico de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Mitad Norte). I. Unidades litoestratigráficas. *Estudios Geológicos*, **32**, 391-423.
- Goy, A., Meléndez, G., Sequeiros, L. y Villena, J. 1981. El Jurásico Superior del sector comprendido entre Molina de Aragón y Monreal del Campo (Cordillera Ibérica). *Cuadernos de Geología*, **10**, 95-106.
- IGME. 1983. Mapa Geológico de España. Escala 1: 50.000 2º Serie. 541 (Santa Eulalia). Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, Madrid.
- Liñán, E., Villas, E. y Gozalo, R. 1991. El Paleozoico en Teruel. En: *Introducción a la geología de la provincia de Teruel* (Eds. M. Gutiérrez Elorza y A. Meléndez), Instituto de Estudios Turolenses-Universidad de Verano de Teruel, 11-36.
- Martín, J.M. y Fernández, J. 1985. Desarrollo y evolución de un pequeño sistema de barras oolíticas en el Jurásico Superior de la Cordillera Ibérica. Cortejo de facies asociadas. *Trabajos de Geología*, Universidad de Oviedo, **15**, 115-126.
- Meléndez, G. 1989. *El Oxfordiense en el sector central de la Cordillera Ibérica (provincias de Zaragoza y Teruel)*. Instituto de Estudios Turolenses-Institución Fernando el Católico, 418 pp.
- Rodríguez Mora, M. y Meléndez, G. 1998. *Informe paleontológico de Ojos Negros (Teruel)*. Universidad de Zaragoza, Departamento de Geología, Dirección General de Cultura y Patrimonio, DGA (inédito), 10 pp., 9 figs.

Villena, J. 1971. *Estudio geológico de un sector de la Cordillera Ibérica comprendido entre Molina de Aragón y Monreal (provincias de Guadalajara y Teruel)*. Tesis Doctoral. Departamento de Estratigrafía y Geología Histórica, Universidad de Barcelona, Departamento de Estratigrafía, Universidad de Granada, **1**, 291 pp.

Villena, J. 1976. Estudio geológico de un sector de la Cordillera Ibérica comprendido entre Molina de Aragón y Monreal (provincias de Guadalajara y Teruel). *Boletín Geológico y Minero*, **87** (4), 329-354.