

Las unidades del Jurásico superior en el sector nororiental de la Cordillera Ibérica: nuevas subdivisiones litoestratigráficas

G. MELÉNDEZ*, M. AURELL** y F. ATROPS***

* *Lab. Paleontología. Facultad de Ciencias, Universidad. 50009 Zaragoza, España.*

** *Lab. Estratigrafía. Facultad de Ciencias, Universidad. 50009 Zaragoza, España.*

*** *Dt. Sc. Terre, Univ. Cl. Bernard 27-43 Bd. 11 Novembre. 69622 Villeurbanne, Francia.*

RESUMEN

En el sector nororiental de la Cordillera Ibérica los materiales que forman la secuencia deposicional Kimmeridgiense, correspondiente a la Formación Loriguilla, presentan unas particularidades litológicas y paleontológicas que permiten describirlas e individualizarlas formalmente. Dos unidades litoestratigráficas son propuestas, con categoría de miembros, dentro de la Formación Loriguilla: el Miembro Calizas y Margas de Calanda, formado por una alternancia de calizas blancas (*wackestone* de fósiles) y margas, con un abundante contenido en ammonites, y de edad Kimmeridgiense inferior. El Miembro Calizas blancas de Alacón, formado por calizas masivas blancas, cretosas, con una textura de *packstone* de bioclastos, pelloides y oncolitos, fácilmente reconocible y que muestra una distribución geográfica restringida en el sector occidental del área estudiada. Su edad es Kimmeridgiense superior a Tithónico inferior.

La sedimentación en este área durante el Kimmeridgiense tiene lugar en una amplia plataforma carbonatada (rampa), abierta y bien comunicada, que en el Kimmeridgiense superior se hace más restringida. Una zona de alto paleogeográfico (Alto de Ariño-Andorra) determina la separación de esta parte abierta de la rampa respecto a otras áreas occidentales, más internas, durante el Kimmeridgiense inferior. Durante el Kimmeridgiense superior la acción de este alto paleogeográfico dará origen al desarrollo de facies más someras en sus proximidades (Miembro Alacón).

Palabras clave: Kimmeridgiense, Cordillera Ibérica nororiental, Unidades litoestratigráficas, Bioestratigrafía, Paleogeografía.

ABSTRACT

Kimmeridgian sediments in the Iberian Chain (Eastern Spain) are mainly formed by a uniform, rhythmic limestone and marl interbedding (the so-called «Loriguilla Formation»). Throughout the studied area, at the NE part of Iberian Chain (Fig. 1), these sediments show some particular lithological and paleontological features which allow them to be individualised as different lithostratigraphic units. Two new terms are erected, as new members, within Loriguilla Formation (Fig. 2): (1) Calanda Member, lower, extending widely throughout the eastern part of the studied area. It is mainly formed by a some 20 m thick rhythmic interbedding of white, ammonite-bearing limestone (wackestone of fossils) and marls (Fig. 3). The age of this unit ranges from lower Platynota to upper Acanthicum Zone. (2) Alacón Member, upper, and geographically restricted to the western part of the studied area (= Alacón and near areas). It consists of a 20 m thick succession of massive white, chalky and bioclastic, highly fossiliferous limestones (packstone of bioclasts and fossils with peloids and oncolites) —see Fig. 4—. The age of this unit probably ranges from Upper Kimmeridgian to Lower Tithonian (Eudoxus to ? Hybonotum Zone). Numerous complementary reference sections have been studied, that of Molinos being specially significant (Fig. 5), due to the strong reduction of thickness shown by the materials of Loriguilla Formation.

A model of paleogeographic evolution is proposed (Fig. 6) for the studied area during the Kimmeridgian. A general transgressive-regressive pattern throughout Lower to Upper Kimmeridgian can be inferred. Sedimentation takes place on an extended uniform, carbonate ramp where a small paleogeographic high (the «Ariño-Andorra High») would be responsible for the individualisation of an outer, open shelf area where ammonite-bearing limestones predominate during Lower Kimmeridgian (Calanda Member). During the Upper Kimmeridgian shallow bioclastic facies are developed at the surroundings of the paleogeographic high, (Alacón Member) according to the general regression on the platform.

Key words: Kimmeridgian, NE Iberian Chain, Lithostratigraphic units, Biostratigraphy, Paleogeography.

INTRODUCCION

En el presente trabajo se analizan las características y evolución ambiental de la plataforma carbonatada del sector nororiental de la Cordillera Ibérica durante el Kimmeridgiense. El área estudiada se enmarca al norte de la Provincia de Teruel, entre los ríos Martín y Guadalope, en el sector oriental de la Rama Aragonesa, entre la Sierra de Arcos y el Maestrazgo septentrional (Fig. 1).

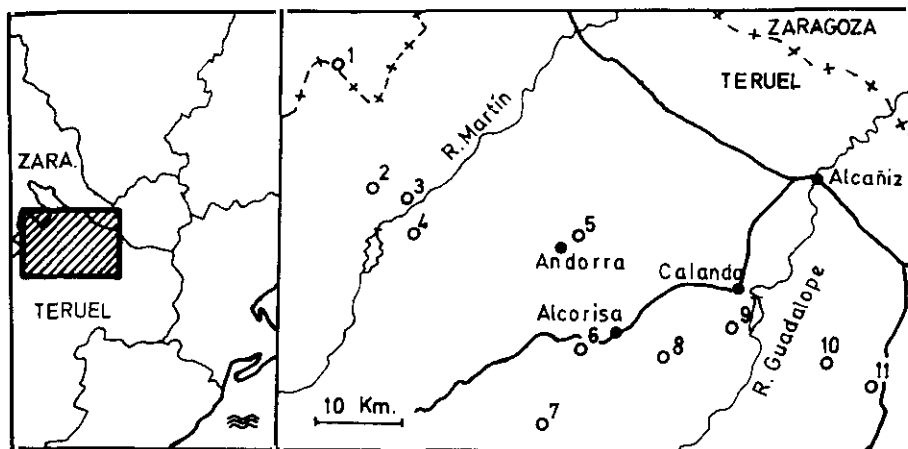


Fig. 1.—Situación geográfica del área estudiada. Los números corresponden a los perfiles estudiados: 1: Lécera (Peñisquera), 2: Alacón, 3: Ariño (Venta de San Pedro), 4: Barranco del Moro, 5: Andorra, 6: Alcorisa, 7: Molinos, 8: Alto del Caballo, 9: Calanda, 10: Cañada de Verich, 11: Ráfales.

Fig. 1.—Geographic setting of the study area. Numbers correspond to studied outcrops: 1: Lécera (Peñisquera), 2: Alacón, 3: Ariño (Ventas de San Pedro), 4: Barranco del Moro, 5: Andorra, 6: Alcorisa, 7: Molinos, 8: Alto del Caballo, 9: Calanda, 10: Cañada de Verich, 11: Ráfales.

Los materiales sobre los que se ha centrado el estudio corresponden a las Formaciones Sot de Chera y Loriguilla (Gómez y Goy, 1979) y constituyen la Secuencia Depositional Kimmeridgiense (Salas, 1987; Aurell, 1987). Desde el punto de vista estratigráfico ésta se encuentra delimitada por la Secuencia Depositional Oxfordiense (= Miembro Yátova de la Formación Chelva) y por la Secuencia Depositional Tithónico-Berriasiense (= Formación Higuieruelas). Su edad es Oxfordiense superior (Biozona Planula) a Tithónico inferior (Biozona Hybonotum).

El análisis de las sucesiones litológicas ha permitido reconocer una serie de unidades que son descritas y definidas formalmente con carácter de Miembro, integrándose dentro de la Formación Loriguilla: 1) El Miembro Calizas y Margas de Calanda y 2) El Miembro Calizas blancas de Alacón. Por su parte, el análisis de las sucesivas asociaciones registradas de ammonoideos ha permitido reconocer y caracterizar las sucesivas biozonas del Kimmeridgiense en todo este sector según el esquema propuesto por Atrops (1982) para Europa Meridional (Provincia Submediterránea) y ya reconocida en la localidad de Calanda por Atrops y Meléndez (1985 a). Por fin, el análisis del desarrollo y variaciones de las facies en este sector ha permitido reconstruir la evolución y la dinámica sedimentaria de esta plataforma durante este período.

Los materiales analizados han sido objeto de estudios anteriores, en las

últimas dos décadas, por Bulard (1972), Marín (1977), Geyer y Pelleduhn (1981), Atrops y Meléndez (1985 a, b; 1988), Moliner y Olóriz (1985), Aurell (1987) y Aurell *et al.* (1987).

UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS

Los materiales del Kimmeridgiense se han estudiado a lo largo de numerosos perfiles de detalle en las distintas partes de esta región. Estos son, de W a E: Peñisquera, Alacón y Ariño (Ventas de San Pedro) en la parte occidental, y Calanda (Pantano del Guadalope y numerosos cortes en el barranco de Val de la piedra y Cerro del Morrón); Alcorisa (Pantano de Gallipuéen); Molinos (Cortes de El Cerro y de la Cueva del Cristal); Rafales y Cañada de Verich, en el sector oriental. Asimismo se han realizado observaciones complementarias en un afloramiento próximo a Andorra (Horcallana) y en el Alto del Caballo.

La Fig. 2 muestra un perfil sintético para cada uno de estos sectores. Las Figs. 3 y 4 muestran el perfil detallado de estos materiales en Alacón

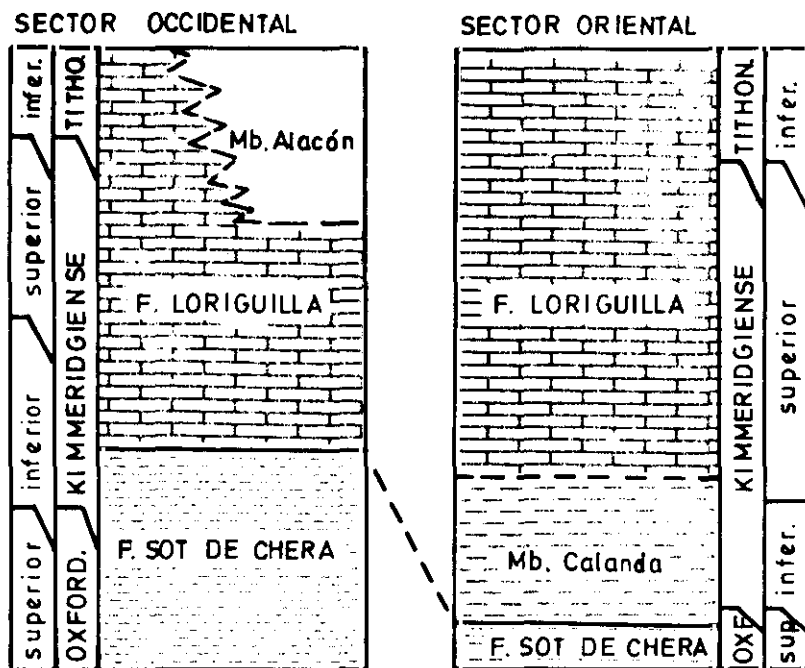


Fig. 2.—Unidades litoestratigráficas distinguidas en el área estudiada. Correlación entre el sector occidental (Moneva-Alacón) y oriental (Ariño-Andorra-Calanda).

Fig. 2.—Lithostratigraphic units distinguished in the study area. Correlation between western (Moneva-Alacón) and eastern (Ariño-Andorra-Calanda) parts of the area.

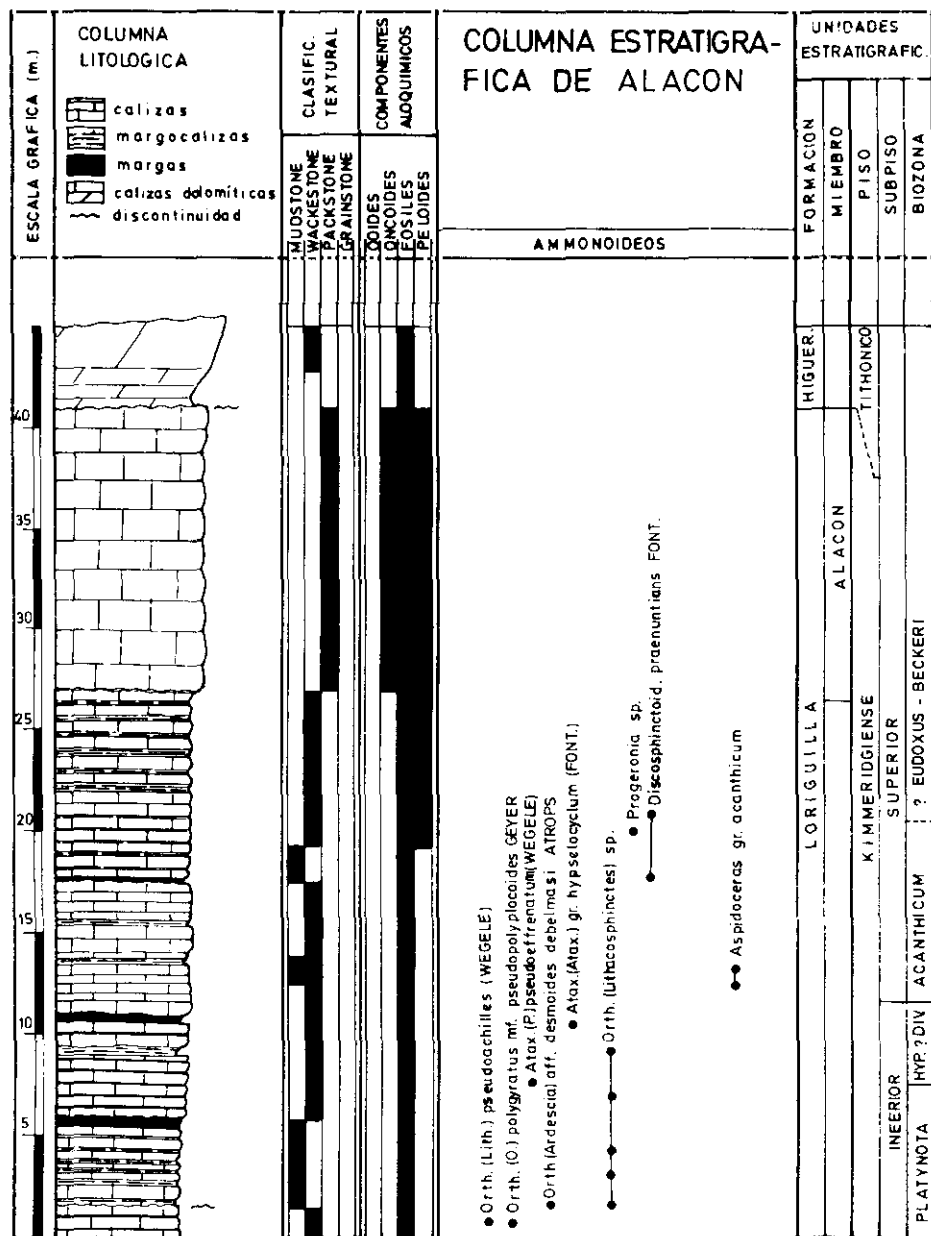


Fig. 3.—Sucesión estratigráfica y bioestratigráfica de los materiales de la Formación Loriguilla en la localidad de Alacón, mostrando los Miembros Calanda y Alacón en esta localidad.

Fig. 3.—Stratigraphic succession and biostratigraphy of Loriguilla Formation at Alacón, showing materials of Calanda and Alacón Members at this locality.

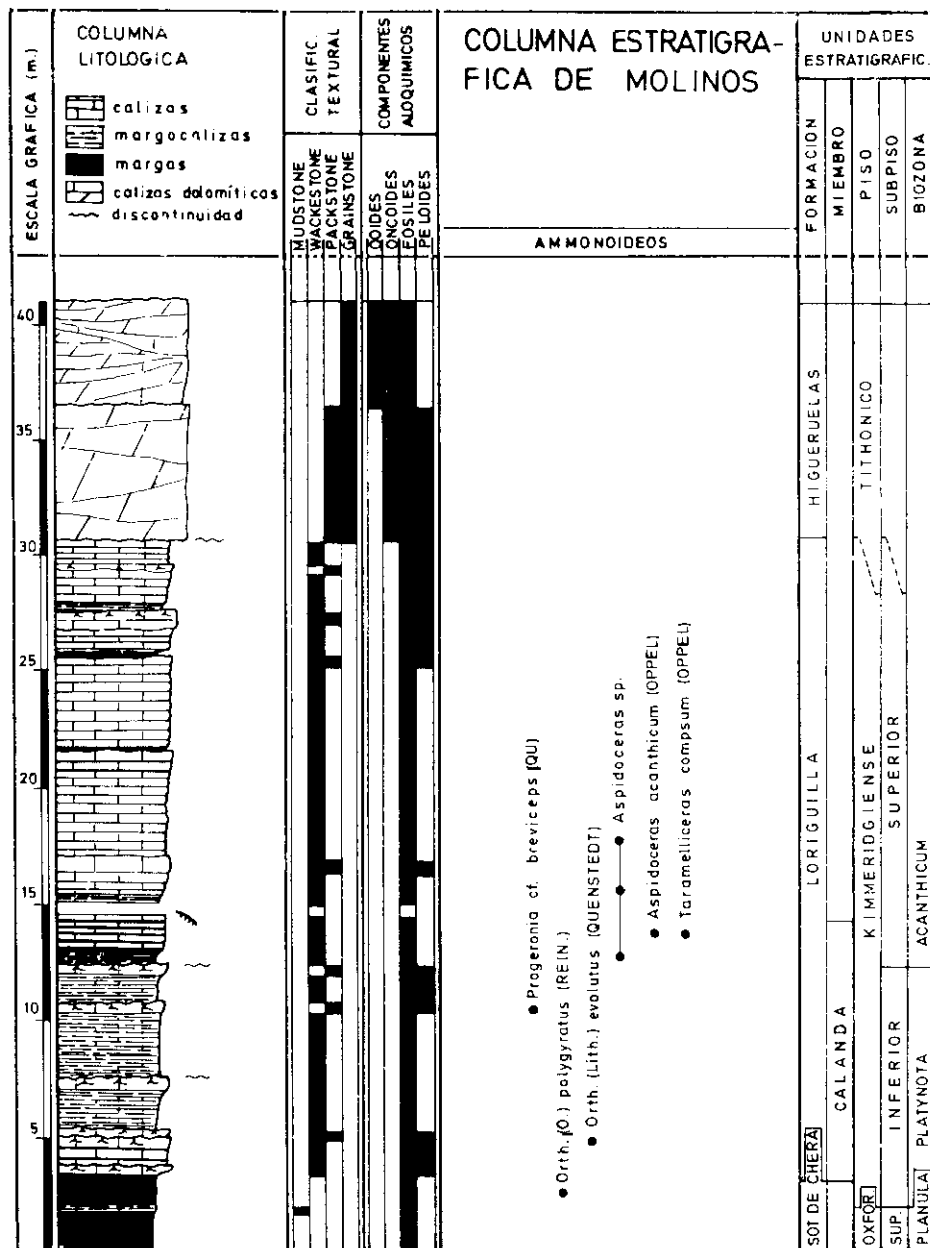


Fig. 4.—Columna estratigráfica del Jurásico Superior en Molinos, mostrando la reducción de espesor de los materiales de la Formación Loriguilla en esta localidad.

Fig. 4.—Stratigraphic succession of Upper Jurassic materials at Molinos, showing the strong reduction in thickness of Loriguilla Formation at this locality.

(sector occidental) y Molinos (sector oriental). Se han reconocido las distintas formaciones definidas por Gómez y Goy (1979, 1981) para el Jurásico superior de la Cordillera Ibérica.

Formación Sot de Chera

Presenta su máximo desarrollo en la parte más occidental (Alacón-Ariño), donde alcanza espesores de 25-30 m, en facies de margas gris-beige laminadas, con intercalaciones de bancos discontinuos de margocalizas. En el sector oriental (Alcorisa-Calanda) se presenta con espesores muy reducidos (normalmente menores a 2 m).

El contenido fosilífero de esta unidad es escaso. En general predominan los ostrácodos y restos fragmentarios de vegetales. Ocasionalmente se encuentran ammonites, braquiópodos, bivalvos y belemnites. La sucesión de asociaciones registradas de ammonoideos ha permitido caracterizar parcialmente la Biozona Planula y la base de la Biozona Platynota. En Calanda (afloramientos de Los Bertolines) los últimos bancos de caliza del Miembro Yátova contienen: *Taramelliceras (Metahaploceras) gr. litocerumafalculae* (OPPEL), siendo especialmente destacable la presencia de algunos ejemplares de *Orthosphinctes (Orthosphinctes)* de los grupos *delgadoi-mogosensis* (CHOFFAT) y numerosos ejemplares de *Subnebrodites aff. planula* (HEHL), junto con algunos ejemplares próximos al verdadero *Subnebrodites planula* (HEHL).

En el interior de esta unidad margosa se ha reconocido la presencia de diversos ejemplares de *Subnebrodites planula* (HEHL), típicos, en los afloramientos de Calanda (en los alrededores de la mina de Foz Calanda) y de Cañada de Verich. Hacia la parte superior de esta misma unidad, en la Cañada de Verich, se ha recogido un ejemplar de *Sutneria galar* (OPPEL). Por fin, a techo de esta formación se han recogido diversos ejemplares de *Orthosphinctes (Orthosphinctes) pseudopolyplocoides* (GEYER) (cfr. Atrops y Meléndez 1985), en el sector de Calanda (El Morrón), así como en Gallipué, Molinos, y Alacón (cfr. Meléndez y Aurell, 1988).

Además de esta asociación, en Calanda, en el afloramiento de Val de la Piedra (El Morrón), en un nivel de caliza situado en la parte superior de esta unidad se ha encontrado un ejemplar de *Sutneria platynota* (REINECKE) que muestra caracteres intermedios en la ornamentación y el desarrollo entre *Sutneria galar* (OPPEL) y las formas típicas de *Sutneria platynota* (REINECKE).

Esta sucesión de asociaciones de ammonites permite, por tanto, caracterizar con certeza la parte terminal del Oxfordiense (parte superior de la Subzona Planula y la Subzona Galar), y la parte inferior de la Biozona Platynota (Subzona *Orthosphinctes*, Atrops, 1982). El límite Oxfordiense-Kimmeridgiense en este sector se sitúa por tanto en la parte superior de la

Formación Sot de Chera. Esto coincide asimismo con lo ya observado en el sector meridional de la Cordillera Ibérica, en el Rincón de Ademuz (La Olmeda; Atrops *et al. in litt.*).

Formación Loriguilla

En amplias zonas del área de estudio se pueden reconocer las características litológicas más típicas de esta unidad, con presencia de bancos micríticos continuos formando ritmos con los sedimentos margosos y margocalcáreos, de potencias decimétricas. La potencia total de esta unidad es variable, encontrándose los máximos espesores en los sectores más orientales (Ráfales, Cañada de Verich), donde sobrepasa los 100 m.

Los materiales de esta unidad se caracterizan, en la mayor parte de la Cordillera Ibérica, por su extrema escasez en fósiles, especialmente en ammonoideos. Tradicionalmente han sido atribuidos por los distintos autores al Kimmeridgiense en virtud de las escasas referencias a *Ataxioceras* (s. l.) en diversas localidades de la Cordillera Ibérica (Bulard, 1972; Gómez, 1978). En el sector estudiado, no obstante, estos materiales se caracterizan por su riqueza en ammonoideos (Dereims, 1898; Bulard, 1972; Marín, 1977; Geyer y Pelleduhn, 1981), que ha permitido reconocer las unidades bioestratigráficas clásicas del Kimmeridgiense de la Provincia Submediterránea.

En este trabajo se propone la definición formal de dos miembros dentro de esta formación, teniendo en cuenta las variaciones litológicas detectadas en el área de estudio.

1. Miembro Calizas y Margas de Calanda

En la base de la Formación Loriguilla y sobre las margas de Sot de Chera se encuentra un conjunto de margocalizas, margas y calizas cuyas características litológicas se mantienen a lo largo de una amplia extensión geográfica dentro del sector oriental de la Cordillera Ibérica. En la Fig. 5 se ha representado el perfil estratigráfico detallado de esta unidad tal y como se presenta en la localidad tipo.

Nombre.—Procede de la localidad de Calanda (Teruel), en cuyas proximidades se ha definido esta unidad.

Rango.—Se define formalmente con el rango de miembro, dentro de la Formación Loriguilla, definida formalmente por Gómez y Goy (1979).

Antecedentes históricos.—Esta unidad fue descrita de manera informal con la denominación de Unidad de Alcorisa, en los trabajos de Aurell (1987) y Aurell *et al.* (1987).

Corte tipo y otros cortes de referencia.—El corte tipo se encuentra en la ladera N del barranco de la Val de la Piedra, al S de la cumbre del Cerro

del Morrón (Fig.5). Las coordenadas topográficas exactas de este afloramiento son: 705.5-891.0. Numerosos cortes complementarios, más o menos completos, de esta unidad pueden encontrarse a lo largo de la banda de estos materiales que transcurre paralela a la ladera de la Val de la Piedra, entre las coordenadas 705.5 y 889 a 891.3. Asimismo, en el lado E de la carretera de Calanda a Mas de las Matas, al borde del pantano del Río Guadalopec los materiales de esta unidad se pueden seguir durante varios centenares de metros y se pueden cortar en detalle cuando el pantano está bajo, entre las coordenadas 705.2-891.3 y 705-891.7. El acceso al corte tipo se hace fácilmente desde el camino vecinal que lleva desde la carretera a la mina de Foz Calanda, subiendo algunos centenares de metros por la ladera hacia el N. Otros cortes de referencia se encuentran a la altura del km 7 en la misma carretera, en los afloramientos situados al S del Cerro de los Bertolines, entre las coordenadas 702.8-892.2 y 703.3-890.6.

También se pueden encontrar buenos cortes de esta unidad en las proximidades de Alcorisa (junto a la presa del Pantano de Gallipué), en Cañada de Verich, en Ráfales y en Molinos (Cueva del Cristal, Fig. 4), y en el anticlinal de la Cañada de Benatanduz (Maestrazgo septentrional).

Descripción.—Esta unidad comprende una alternancia de calizas y margas blancas a amarillentas de potencia cercana a los 20 m. Se trata de calizas micríticas de tonos claros con intercalaciones de tramos margosos y margocalcáreos que pueden alcanzar potencias métricas. Las capas de caliza presentan espesores de 0.1 a 0.4 m y con frecuencia muestran un desarrollo local de superficies ferruginosas y/o *hard grounds* a techo, con presencia ocasional de niveles de removilización.

Su contenido fosilífero es alto, especialmente en ammonites. Además contienen frecuentes braquiópodos, bivalvos, belemnites, equínidos, espongiarios y foraminíferos. La textura más frecuente es la de *wackestone* de fósiles. Los bancos suelen mostrar huellas de bioturbación.

Esta unidad se sitúa estratigráficamente sobre las margas de la Formación Sot de Chera, que en todo este sector (Cordillera Ibérica oriental) no suele sobrepasar los 2 m de potencia. Por encima se sitúan los bancos micríticos correspondientes a las facies más características de la Formación Loriguilla, que dan un fuerte resalte morfológico en el terreno. Esto hace que los materiales de esta unidad aparezcan con frecuencia parcialmente cubiertos, ya que son menos competentes que los de la unidad suprayacente. La potencia de este miembro en la localidad tipo es de 20 m.

Aspectos regionales.—Esta unidad se extiende por el sector oriental de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, desde Calanda, Ráfales y Cañada de Verich, en el sector más septentrional, hasta el Maestrazgo, en la zona más meridional. En este sector ha sido reconocida en las proximidades de Villarluengo (perfil de Las Fábricas), y en el núcleo del anticlinal de la Cañada de Benatanduz. El límite occidental de esta unidad se situaría, al NW, en las proximidades de Alacón (Barranco del Mortero), donde

la unidad puede reconocerse por su aspecto general y su contenido en ammonites, si bien aquí los intervalos margosos muestran un menor desarrollo.

La potencia de esta unidad es bastante constante en todo el sector estudiado, entre los 10 y los 20 m. Los mayores valores de espesor se registran entre las localidades de Calanda y Alcorisa. Sus características litológicas y contenido folilífero son asimismo bastante homogéneas. En las proximidades de la localidad tipo la parte superior de esta unidad está formada por un tramo de 8 a 10 m de margas con un alto contenido en ammonoideos («Margas de *Acanthicum*»).

Génesis.—Los materiales de esta unidad corresponden a depósitos de la parte distal de una plataforma carbonatada de tipo rampa, en zonas abiertas y bien comunicadas.

Correlación con otras unidades.—El Miembro Calanda pasa lateralmente, hacia áreas más occidentales, a un conjunto litológico formado por una alternancia rítmica de calizas micríticas en bancos decimétricos regulares e intercalaciones de margocalizas lajosadas de color gris-beige (= parte inferior de la Formación Loriguilla). Este término se puede reconocer en numerosas localidades del sector occidental de la Cordillera Ibérica. Su equivalente en zonas más orientales debe corresponder, en parte, a la Formación Sta. Magdalena de Polpis (Salas, 1987).

Edad y datos bioestratigráficos.—La edad de esta unidad, en todo el sector estudiado, es Kimmeridgiense (Biozona Platynota a *Acanthicum*). Los materiales de esta unidad inferior muestran una gran riqueza fosilífera, con abundantes ammonites, braquiópodos y bivalvos. La sucesión de asociaciones registradas de ammonoideos en la misma ha permitido caracterizar la mayor parte de las unidades bioestratigráficas establecidas recientemente por Atrops (1982) para la Provincia Submediterránea (cf. Atrops y Meléndez, 1985), desde la Biozona Platynota (Subzona Desmoides), hasta la Biozona *Acanthicum*. Los materiales de la Biozona Platynota han sido objeto de un estudio bioestratigráfico de detalle en los alrededores de Alcorisa por Moliner y Olóriz (1985).

Los primeros niveles de esta unidad pertenecen aún a la subzona basal de la Biozona Platynota (Subzona *Orthosphinctes*), como lo prueba el hallazgo de diversos ejemplares de *Orthosphinctes polygratus* (REINECKE) en estos primeros bancos en los afloramientos de El Morrón (Calanda). A continuación, las Subzonas Desmoides y Guilherandense se encuentran bien caracterizadas por los representantes de las sucesivas formas de *Orthosphinctes* (*Ardescia*) y de *Ataxioceras* (*Schneidia*). La composición de las asociaciones de ammonoideos en la Biozona Platynota está formada en un 90 % por representantes de la subfamilia *Ataxioceratinae*. Aparte de éstos sólo se han registrado escasos representantes de *Physodoceras circumspinosum*, algún ejemplar de *Nebrodités*, y raros *Oppélidos*.

La Biozona *Hypselocyclum* ha sido bien caracterizada en la práctica totalidad de los afloramientos estudiados, especialmente la Subzona Lo-

thari, por las sucesivas formas de *Ataxioceras* (*Ataxioceras*) y *Ataxioceras* (*Parataxioceras*). Durante este intervalo estratigráfico es especialmente destacable el incremento observado en la proporción de otros grupos de ammonoideos (*Aspidoceratinae* y *Taramelliceratinae*). En los niveles de la Subzona Lothari se registra la asociación de los primeros representantes de *Crussoliceras* y *Garnierisphinctes* con los representantes de *Ataxioceras*.

La Biozona Divisum se encuentra bien caracterizada por un conjunto de formas típicas de *Crussoliceras* y *Garnierisphinctes*, destacando la presencia de la especie índice, *Crussoliceras divisum* (QUENSTEDT), junto con *Garnierisphinctes garnieri* (FONTANNES), *Idoceras balderum* (OPPEL) y *Aspidoceras uhlandi* (OPPEL). Normalmente esta biozona se encuentra reducida a uno o dos bancos de calizas bioturbadas que constituyen un nivel de removilización con moldes reelaborados de ammonites. A techo de dicho banco se observa una superficie irregular perforada con concentración local de óxidos de hierro. Dicha superficie puede ser reconocida en todo el sector estudiado.

La Biozona Acanthicum ha sido caracterizada normalmente en el intervalo margoso que recubre a este banco. Destaca sobre todo la presencia de diversos representantes de *Progeronia* (*Hugueninsphinctes*) *breviceps* (QUENSTEDT), *Taramelliceras compsum* (OPPEL), *Aspidoceras acanthicum* (OPPEL), así como escasos ejemplares de *Nebroditites* *gr. peltoides* (GEMMELLARO). En el afloramiento de Val de la Piedra (El Morrón), hacia la parte superior de este tramo margoso, se ha encontrado un ejemplar de *Sutneria cyclodor-sata* (MOESCH).

Los materiales del Miembro Calanda en la región estudiada se extienden, por tanto, desde la parte inferior de la Biozona Platynota hasta la parte superior de la Biozona Acanthicum. Las asociaciones registradas de ammonites en esta unidad son comparables, en términos generales y con escasas excepciones, a las conocidas en distintos puntos de la Provincia Submediterránea (SE de Francia, S de Alemania).

Referencias.—Entre las principales referencias más recientes existentes sobre esta unidad estratigráfica en esta región se pueden citar los trabajos de Bulard (1972), Marín (1974, 1977), Atrops y Meléndez (1985 a, b), Moliner y Olóriz (1985), Aurell (1987), Aurell *et al.* (1987).

Formación Loriguilla (término superior):

Por encima de los materiales del Miembro Calanda se desarrolla una potente serie carbonatada (Fig. 2) formada por bancos compactos de calizas blancas o amarillentas (principalmente *mudstones* con escasos fósiles) en los que se observan ocasionales desarrollos de espongiarios (Geyer y Pelleduhn, 1981). La potencia y la continuidad de este término litológico es notable en todo este sector, sobrepasando con frecuencia los 50 m y pudiendo llegar, en los alrededores de Ráfales a alcanzar los 80 m.

El contenido paleontológico de este tramo es, en líneas generales, semejante al del término anterior, aunque notablemente más escaso. Es de destacar especialmente el bajo contenido en ammonites. A lo largo de todo el intervalo se encuentran niveles ocasionales mostrando concentraciones de bivalvos y de braquiópodos.

El análisis de las sucesivas asociaciones registradas de ammonoideos ha permitido caracterizar, en Calanda y en varios puntos entre esta localidad y Molinos, las Biozonas Eudoxus, por la presencia de *Sutneria eumela* (D'ORBIGNY), y *Baeckeri*, por un conjunto de elementos macroconchas, aún poco conocidos, que parecen mostrar ciertas afinidades con los *Lithacoceras* primitivos. Este conjunto ha sido recogido varios metros por debajo de un banco masivo muy característico, situado hacia la parte superior de este intervalo. Dicho banco contiene una asociación formada por *Lithacoceras* (*M. Lithacoceras*) y *Lithacoceras* (*m. Subplanites*), que es considerada ya como característica del Titónico basal (Biozona Hybonotum) por los presentes autores (Atrops y Meléndez, 1985).

2. Miembro calizas blancas de Alacón (Fig. 3)

En las proximidades de Alacón, en la Plataforma de Arcos, a lo largo del denominado Barranco del Mortero, a techo de la Formación Loriguilla, y por debajo de la importante discontinuidad que separa esta unidad de la Formación Higuieruelas se encuentra un conjunto de calizas micritizadas (*chalking*) estratificadas en bancos gruesos y masivos. Dicho conjunto constituye un intervalo litológico fácilmente reconocible y, susceptible de ser individualizado formalmente como unidad litoestratigráfica, en razón de sus características litológicas particulares, con un significado sedimentológico y paleogeográfico propio (Fig. 3).

Nombre.—Calizas blancas de Alacón; deriva de la localidad de Alacón, en cuyas proximidades se ha definido esta unidad.

Rango.—Se define formalmente con el rango de Miembro, dentro de la Formación Loriguilla (Gómez y Goy, 1979).

Antecedentes históricos.—Se trata de una unidad nueva. Corresponde a parte inferior de la unidad denominada «Calizas blancas del Mortero» por Van Gynkel y Meckel (1976), en esta misma localidad. Dicha unidad también incluía los sedimentos correspondientes a la Formación Higuieruelas, que en este sector alcanzan una potencia de hasta 50 m.

Corte tipo y otras secciones de referencia.—Corte del Barranco del Mortero, a 3 km al N de Alacón. Se accede al mismo a través del camino que parte de la carretera de Ventas de Muniesa a Alacón, en el km 13,5 en dirección E hacia las pinturas rupestres. La columna de detalle se ha levantado en una loma de coordenadas topográficas: 721-851,9. Se puede encontrar buenos afloramientos de estos materiales, asimismo, a lo largo de ambos márgenes del Barranco del Mortero.

Descripción.—Calizas blancas, de aspecto masivo, estratificadas en bancos gruesos de 1 a 2 m de potencia y de bases planas. La caliza ha sufrido un proceso posterior de micritización (*chalking*), que le comunica un aspecto masivo y homogéneo. Su contenido en fósiles es muy alto: equínodos, bivalvos, espículas de espongiarios, serpúlidos, gasterópodos. Muestra asimismo un alto contenido en peloides y microoncolitos de envueltas irregulares. La textura más común de esta facies es la de *packstone*. Los componentes fosilíferos se encuentran en ocasiones escasamente fragmentados. En otras ocasiones forman pequeños *rills* bioclásicos dispersos.

Esta unidad se sitúa estratigráficamente sobre los bancos calcáreos correspondientes a la parte superior de la Formación Loriguilla, por medio de un contacto neto. A techo de la misma presenta una importante discontinuidad, detectable a escala regional, sobre la que se desarrollan los materiales de la Formación Higuieruelas, que constituye la secuencia deposicional Titónico-Berriasiense. El espesor de esta unidad en la localidad tipo es de 14 m. (Fig. 3). Los materiales de esta unidad se pueden reconocer con facilidad en el terreno debido al fuerte resalte morfológico que dan en el relieve. Tanto su aspecto masivo como su color blanco intenso y las especiales características texturales de la facies permiten distinguirla claramente de las calizas suprayacentes de la Formación Higuieruelas.

Aspectos regionales.—Se trata de una unidad de escasa extensión geográfica, localizada entre Alacón y Ventas de Muniés (Plataforma de Arcos), dentro del sector oriental de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Al Sur (sector de Ariño-Oliete) esta unidad está ausente, como consecuencia de la erosión precretácica.

Génesis.—Se trata de un conjunto de materiales depositados en una plataforma carbonatada, dentro de una llanura submareal somera, de energía moderada. El proceso de micritización, o *chalking* se puede explicar como resultado de un proceso diagenético de circulación de fluidos en profundidad a alta presión. Por encima de esta unidad, en la base de la Formación Higuieruelas, se localiza un tramo de 2 a 3 m. de dolomías microcristalinas que estarían en relación con este proceso.

Correlación con otras unidades.—El Miembro Alacón pasa lateralmente al conjunto de bancos micríticos que constituyen el término superior de la Formación Loriguilla, y que se encuentra bien desarrollado en todo el ámbito de la Cordillera Ibérica.

Edad y precisiones bioestratigráficas.—En la localidad tipo, los niveles infrayacentes a esta unidad han aportado escasos ejemplares de *Discosphaerina praenuntians* (FONTANNES), que caracteriza el límite entre las Biozonas Acanthicum y Eudoxus (Kimmeridgiense superior). Teniendo en cuenta que dentro del término superior de la Formación Loriguilla, presumiblemente equivalente del Miembro Alacón, por debajo de la discontinuidad que corona dicha formación, se han encontrado ammonites del Tithónico inferior (Biozona Hybonotum), la edad de este término está

entonces comprendida entre el Kimmeridgiense superior y el Tithónico (Biozonas Eudoxus a Hybonotum).

Referencias.—Los principales trabajos en los que se menciona esta unidad, desde la obra clásica de Bulard (1972), son los de Van Gynkel y Mekel (1976); Aurell (1987) y Aurell *et al.* (1987).

EVOLUCION DE LA PLATAFORMA

El análisis sedimentológico de las facies y la correlación de las unidades a lo largo del área estudiada han permitido proponer un modelo sobre la sedimentación y evolución de la plataforma durante el intervalo estratigráfico correspondiente a esta secuencia deposicional (Fig. 6).

1. Oxfordiense superior (Biozona Planula p.p.)-Kimmeridgiense inferior

El modelo de sedimentación corresponde al de una plataforma carbonatada de tipo rampa, abierta hacia zonas más orientales (Fig. 6a). Los materiales margosos correspondientes a la Formación Sot de Chera presentan espesores máximos en las zonas más proximales de esta rampa (= sector occidental). Estos materiales disminuyen progresivamente de espesor hacia la parte más oriental de la plataforma, de manera que en el sector de Alcorisa-Calanda las margas de esta unidad no sobrepasan los 2 m de potencia. Corresponden a un medio submareal somero, de escasa agitación. En las proximidades de Ariño se observa, dentro de esta unidad, un nivel rojizo (marga ferruginizada) de potencia no superior a 5 m., y amplia extensión lateral, (hasta varios kilómetros a ambos lados del Río Martín) que puede ser interpretado como un episodio de exposición sub-aérea de esta llanura.

En las áreas más distales de esta rampa, bien comunicadas, se encuentran las facies de *wackestone* de ammonoideos, que corresponden en gran parte al término definido aquí como Miembro Calanda. Dentro de esta facies es característica la presencia de *hard-grounds* y de secuencias condensadas, con una notable reducción en el espesor de los materiales, en relación a otras áreas. Estos fenómenos han sido relacionados con una fase de ascenso eustático que tendría lugar durante el Kimmeridgiense inferior. Un argumento de apoyo de esta hipótesis lo constituye la disposición transgresiva que muestran los materiales de la Formación Loriguilla sobre los de la Formación Sot de Chera, de un modo general, a lo largo de la Cordillera Ibérica.

En las áreas intermedias de esta rampa tienen un máximo desarrollo las facies micríticas más características de la Formación Loriguilla (*mudstone* de fósiles). La baja energía hidrodinámica que supone el depósito de

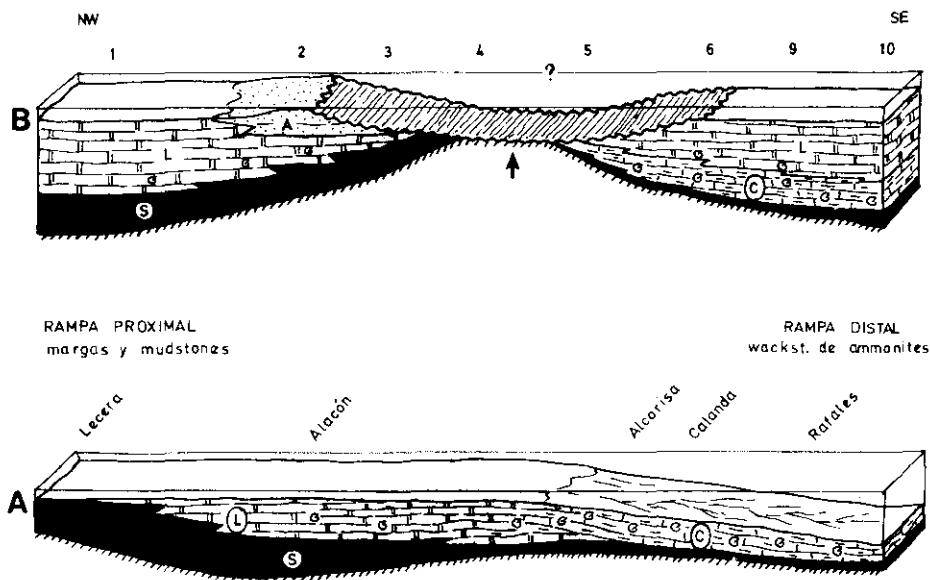


Fig. 6.—Esquema evolutivo interpretativo del modelo de sedimentación de la plataforma en la región estudiada durante el Kimmeridgiense. (A) Kimmeridgiense inferior: S: Formación Sot de Chera. L: Formación Loriguilla. C: Miembro Calanda. (B) Kimmeridgiense superior: Distribución de estas mismas unidades durante el Kimmeridgiense superior, con indicación de los materiales ausentes por erosión precretácica y/o no depósito (Alto de Ariño-Andorra). A: Miembro Alacón. 1: Peñisquera. 2: Alacón. 3: Ariño. 4: Barranco del Moro. 5: Andorra. 6: Alcorisa (Gallipuéñ). 7: Molinos (Cristal). 8: Alto del Caballo. 9: Calanda. 10: Cañada de Verich. 11: Ráfales.

Fig. 6.—Interpretative-evolutionary sketch of sedimentation pattern of the carbonate shelf in the studied area during Kimmeridgian. A) Lower Kimmeridgian: S: Sot de Chera Formation. L: Loriguilla Formation. C: Calanda Member. B) Upper Kimmeridgian: Distribution of lithological units during Upper Kimmeridgian, with special reference to absent materials by pre-Cretaceous erosion and/or non deposition (Ariño-Andorra High). A: Alacón; 1: Peñisquera. 2: Alacón. 3: Ariño. 4: Barranco del Moro. 5: Andorra. 6: Alcorisa (Gallipuéñ). 7: Molinos (Cristal). 8: Alto del Caballo. 9: Calanda. 10: Cañada de Verich. 11: Ráfales.

este sedimento micrítico, así como la escasez de elementos pelágicos (sólo se encuentran escasos ammonites), está en relación con la amortiguación de la energía que implica la propia extensión de esta rampa (Aurell, 1990).

2. Kimmeridgiense superior-Tithónico inferior (Biozona Hybonotum)

En la Fig. 6b se ha representado un esquema de distribución de facies para los materiales correspondientes a esta secuencia deposicional en el área de estudio. Hay que notar la ausencia de materiales en el sector central de este área, hecho debido en gran parte a la erosión precretácica.

A partir del Kimmeridgiense superior se produce en el sector occidental una progresiva somerización que, en último término, se manifiesta por las facies de *packstone* de pelloides y oncolitos correspondientes a los materiales del Miembro Alacón. Se trata de facies submareales someras, de energía moderada (no se han observado morfologías de barras). La presencia de estos sedimentos ha sido relacionada con el efecto de un alto sedimentario (alto de Ariño-Andorra; Aurell, A. 1987; Aurell *et al.*, 1987). Dicho accidente paleogeográfico habría sido especialmente activo a partir del Kimmeridgiense superior. Además, en relación con la presencia de este alto, se produce una notable reducción de espesor de las unidades sedimentarias en las zonas próximas al mismo. Así, en el sector de Molinos la parte superior de la Formación Loriguilla no sobrepasa los 20 m. de potencia mientras que más al NE, en Ráfales, presenta potencias superiores a los 100 m.

En el sector oriental también tiene lugar esta somerización, observándose un dominio de los sedimentos micríticos, con una disminución progresiva en el contenido en fósiles pelágicos. En este sector es característica la presencia de espongiarios, en forma de elementos dispersos en el interior del sedimento micrítico (Geyer y Pelleduhn, 1981). En las áreas más orientales estas facies son ligeramente diferentes, pudiendo formar las esponjas pequeños montículos, con una alta proporción de lodo micrítico. Estos se interpretan como generados en condiciones de sedimentación más profundas, en un medio de talud (Salas, 1987). El hecho de que estas facies de espongiarios se desarrollen únicamente en los sectores más orientales respecto al Alto de Ariño-Andorra sugiere la actuación de dicho accidente como un elemento de control en la distribución de dichos organismos.

CONCLUSIONES

En el sector nororiental de la Cordillera Ibérica, entre Muniesa y Calanda, las unidades litológicas del Jurásico superior muestran unas características particulares que justifican la individualización de unidades litoestratigráficas propias, con carácter de miembros, dentro de la Formación Loriguilla. En la parte inferior, el Miembro Calanda comprende un conjunto de 10-20 m de calizas (*wackestone* de bioclastos y fósiles) y margas blancas con un alto contenido fosilífero, especialmente en ammonites, cuya sucesión de asociaciones registradas ha permitido caracterizar las unidades bioestratigráficas del Kimmeridgiense hasta la Biozona *Acanthicum*.

En la parte superior se individualiza un término litológico constituido por un tramo de calizas bioclásticas masivas y cretosas de 15 a 20 m de potencia, con abundante contenido fosilífero (Miembro Alacón). Dicho

tramo aflora en las proximidades de Alacón, en el Barranco del Mortero. Su edad, pese a la falta de registro de ammonoideos, es probablemente Kimmeridgiense superior.

Durante el Kimmeridgiense inferior la sedimentación en este sector tiene lugar en una rampa abierta hacia el E, a la que llegan con facilidad los elementos pelágicos (ammonoideos). Este episodio coincide con un momento transgresivo, indicado por la disposición retrogradante de los materiales de la Formación Loriguilla sobre los de la Formación Sot de Chera. La acción de relieves positivos en la plataforma (Alto de Ariño-Andorra) dará lugar a la separación de un área oriental, externa, de otra occidental, interna, en la que la presencia de fósiles de ammonoideos se reduce drásticamente. Durante este período, en áreas más externas de esta rampa, la tasa de sedimentación experimenta una reducción progresiva entre las Biozonas *Platynota* y *Divisum*.

Durante el Kimmeridgiense superior la sedimentación está condicionada por un proceso regresivo generalizado, puesto de manifiesto por la disposición progradante de las facies someras (Miembro Alacón). La tasa de sedimentación en áreas más distales de la rampa es netamente más alta que en el Kimmeridgiense inferior, manteniéndose una sedimentación uniforme (*mudstone* de fósiles) en gran parte del área estudiada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación conjunto con la Universidad de Stuttgart I/62 819, financiado por la Volkswagen Stiftung. Asimismo se ha beneficiado de la ayuda financiera aportada por el Instituto de Estudios Turolenses (Teruel), y de una ayuda de investigación del CNRS francés. Los autores desean agradecer a los doctores Sixto Fernández-López y Ramón Salas sus indicaciones y comentarios.

BIBLIOGRAFIA

- ATROPS, F. (1982). La sous-famille des Ataxioceratinae (Ammonitina) dans le Kimmeridgien inférieur du sud-est de la France. Systématique, Evolution, chronostratigraphie des genres *Orthosphinctes* et *Ataxioceras*. *Doc. Lab. Geol. Lyon*, 83, 1982, 463 pp.
- ATROPS, F., y MELENDEZ, G. (1985 a). Kimmeridgian and Lower Tithonian of the Calanda-Bergé region (Iberian Chain, Spain): Some Biostratigraphic remarks. *Proc. Int. Symp. Jur. Strat., Erlangen*. 1984, 377-392.
- ATROPS, F., y MELENDEZ, G. (1985 b). Le Jurassique supérieur de Calanda (Prov. de Teruel)». *Strata*, 2, 2, 1 (Jur. Ib. Orient.): 170-180.
- ATROPS, F., y MELENDEZ, G. (1988). Paleobiogeography and evolutionary trends in Lower Kimmeridgian Ataxioceratids from Spain. En: Wiedmann, J., y Kull-

- mann, J. (eds.) Cephalopods, present and past. Schweiz. Verlags. Stuttgart, 437-446.
- AURELL, M. (1987). Sedimentología y paleogeografía del Jurásico superior en la región de Muniesa-Calanda (Provincia de Teruel). *Teruel*, 19 pp., (in litt.).
- AURELL, M. (1990). El sistema deposicional Kimmeridgiense en el sector central de la Cordillera Ibérica. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 14.
- AURELL, M.; LARDIES, M. D.; MELENDEZ, G., y NIEVA, S. (1987), Upper Jurassic litho and biostratigraphic correlations at the Northern Iberian Chain, Spain, in relation to Submediterranean and Mediterranean Provinces. *II Int. Symp. Jur. Str. Sept. 1987*, Lisboa, 14 pp.
- BULARD, P. F. (1972). *Le Jurassique supérieur de la Chaîne Ibérique sur la bordure du bassin de l'Ebre (Espagne)*. Thèse offset 2 vol. 702 pp.
- DEREIMS, A. (1898). Recherches géologiques dans le sud d'Aragon. Thèse, Paris, *Ann. Strat. Pal. Lab. Fac. Sc. Paris*, 11: 199 pp.
- GEYER, O., y PELLEDUHN, R. (1981). Sobre la estratigrafía y la facies espongiolítica del Kimmeridgiense de Calanda (Provincia de Teruel) *Cuad. Geol.* 10: 67-72.
- GOMEZ, 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 Geol.* 35: 569-598.
- GOMEZ, J. J., y GOY, A. (1981). Evolución lateral de las unidades litoestratigráficas del Jurásico en facies carbonatadas de la Cordillera Ibérica. *Cuad. Geol.* 10: 83-93.
- MARIN, Ph. (1974). *Stratigraphie et évolution paléogéographique post-hercynienne de la Chaîne Celtibérique aux confins de l'Aragon et de Castellón de la Plana, Espagne*. Thèse Doct. Univ. Claude Bernard, 231 pp.
- MARIN, Ph. (1977). Macropaleontología. En: MAGNA (Mapa Geol. España, 1:50.000), Hojas 494 (Calanda) y 495 (Castelserás). Ed. IGME, Madrid.
- MELENDEZ, G., y AURELL, M. (1988). Field trip on the Upper Jurassic of NE Iberian Chain (Southern margin of Ebro basin). *Field guide OWG Meeting*. Zaragoza, Sept. 1988, 48 pp., ISJS.
- MOLINER, L., y OLORIZ, F. (1985). Fine biostratigraphy in the Lowermost part of the Lower Kimmeridgian Platynota Zone of the Celtiberic Chain, Spain. *Proc. Int. Symp. Jur. Str. Erlangen*, 503-514.
- SALAS, R. (1987). *El Malm i el Cretaci inferior entre el Massis de Garraf i la Serra d'Espadà. Anàlisi de conca*. Tesis Doct. Univ. Barcelona, Dpto. GPPG. 3 tomos, 345 pp.
- VAN GYNKEL, A. C., y MEKEL, J. F. M. (1976). Explicación de los mapas geológicos de las regiones de Muniesa-Oliete y Montalbán-Obón. Estratigrafía. Dep. Geol., ITC, Enshade, Holanda, 15 pp.

Recibido: 13 marzo 1989.

Aceptado: 15 julio 1989.

LAMINA I

Fig. 1.—Vista panorámica de las unidades del Jurásico superior en los alrededores de Calanda. Ch: Calizas de la Fm. Chelva (Dogger). CA: Calizas del Miembro Calanda (Fm. Loriguilla). L: Calizas de la Fm. Loriguilla (Parte superior).

Fig. 2.—Unidades del Jurásico superior en Calanda. Vista general del corte-tipo. Y: Calizas del Miembro Yátova (Oxfordiense). S: Margas de la Fm. Sot de Chera. Ca: Intervalo correspondiente al Miembro Calanda. L: Calizas de la Fm. Loriguilla (parte superior).

Fig. 3.—Vista general del Miembro Alacón en la localidad-tipo. Ac: Calizas blancas del Miembro Alacón. HG: Calizas de la Fm. Higuieruelas.

Fig. 4.—Vista parcial de las unidades del Jurásico superior en Molinos. Calizas tableadas de la Fm. Loriguilla (Parte superior). HG: Calizas de la Fm. Higuieruelas.

PLATE I

Fig. 1.—Panoramic view of Upper Jurassic lithostratigraphic units at the surroundings of Calanda. CH: Chelva Formation limestones (Dogger); Ca: Calanda Member limestones (Loriguilla Formation); L: Limestones of Loriguilla Formation (upper part).

Fig. 2.—Upper Jurassic lithostratigraphic units at Calanda. General view of the type-Section. Y: Yátova Member limestones (Oxfordian); S: Marls of Sot de Chera Formation. CA: Interval corresponding to Calanda Member; L: Limestones of Loriguilla Formation (upper part).

Fig. 3.—General view of Alacón Member at the Type-Locality. AC: White limestones of Alacón Member. HG: Massive limestones of Higuieruelas Formation.

Fig. 4.—Partial view of Upper Jurassic lithostratigraphic units at Molinos. L: Well-bedded limestones of Loriguilla Formation (upper part). HG: Massive limestones of Higuieruelas Formation.



LAMINA I
PLATE I