

REVISIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL JURÁSICO SUPERIOR DE LA SIERRA NORTE (MALLORCA)

J.E. Caracuel¹ y F. Olóriz²

¹Dpto. Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. EPS, Universidad de Jaén, c/ Virgen de la Cabeza 2, 23071 Jaén; e-mail: caracuel@ujaen.es ²Dpto. Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Av. Fuentenueva s/n, 18002 Granada; e-mail: foloriz@goliat.ugr.es

Resumen: El Jurásico Superior de la Sierra Norte de la isla de Mallorca se ha analizado en las áreas de Alcudia, Cúber, Alfabia, Son Paxt, Aumedrá y Cala Fornells. La revisión estratigráfica se ha realizado a partir de los datos bioestratigráficos previamente obtenidos por los autores sobre 5.000 ammonites, que han favorecido el reconocimiento zonal/subzonal del Oxfordiense medio al Berriasiense medio, con el complemento de los tintinoides para el Tithónico superior-Berriasiense. La Fm. Alfabia se registra desde el Oxfordiense medio (Zona Antecedens *p.p.*) al Kimmeridgiense superior (Zona Beckeri *p.p.*); la Fm. Aumedrá se depositó durante un reducido intervalo entre el Kimmeridgiense superior (Zona Beckeri *p.p.*) y el Tithónico inferior (Zona Hybonotum *p.p.*); la Fm. Son Torrelles contiene materiales del Tithónico inferior (Zona Hybonotum *p.p.*) al Berriasiense medio (Zona Occitánica). La discontinuidad estratigráfica más importante afecta a la parte basal de la Fm. Alfabia. Posibles lagunas estratigráficas menores a nivel intrazonal se han detectado en el Oxfordiense superior (Fm. Alfabia) y podrían existir en la Fm. Aumedrá, mientras que en la Fm. Son Torrelles son más frecuentes, de expresión local y se relacionan con inestabilidades del fondo. Los materiales *ammonitico rosso* estudiados se depositaron en un *plateau* epioceánico en el que la sedimentación condensada fue casi exclusiva durante el Jurásico tardío y el Cretácico más temprano. Los *mudstones* de la Fm. Aumedrá representan una desviación notable pero de corto periodo; el retorno al depósito de facies *ammonitico rosso* de la Fm. Son Torrelles, y la persistencia en estas condiciones de depósito, se produjeron durante el intervalo de mayor inestabilidad en la cuenca durante el Jurásico superior.

Palabras clave: Estratigrafía, Facies, Ammonites, Jurásico Superior, Mallorca.

Abstract: Upper Jurassic deposits of the Sierra Norte of the Majorca Island (Spain) have been revisited in sections selected from the areas of Alcudia, Cúber, Alfabia, Son Paxt, Aumedrá and Cala Fornells. The stratigraphic review has been based on biostratigraphic data previously obtained by the authors on 5,000 ammonites, favouring the zonal/subzonal recognition from the Middle Oxfordian to the Middle Berriasian, complemented by tintinnoids for the Upper Tithonian-Berriasian. The Alfabia Formation is recorded from the Middle Oxfordian (Antecedens Zone *p.p.*) to the Upper Kimmeridgian (Beckeri Zone *p.p.*); the Aumedrá Formation was deposited during a short interval within the Upper Kimmeridgian (Beckeri Zone *p.p.*) and the Lower Tithonian (Hybonotum Zone *p.p.*); the Son Torrelles Formation contains materials of the Lower Tithonian (Hybonotum Zone *p.p.*) to the Middle Berriasian (Occitanica Zone). The major stratigraphic discontinuity affects the basal part of the Alfabia Formation. Possible minor stratigraphic gaps in the intrazonal level have been detected in the Upper Oxfordian (Alfabia Formation) and could exist in the Aumedrá Formation, while gaps in the Son Torrelles Formation are more frequent; these latter are of local expression and are related to the bottom instability. The *ammonitico rosso* materials studied were deposited on an epioceanic plateau where the condensed sedimentation was almost exclusive during the Late Jurassic and the earliest part of the Cretaceous. The mudstones of the Aumedrá Formation represent a notable deviation in background depositional conditions, but of short duration; the return to *ammonitico rosso* depositional conditions, and their persistence (Son Torrelles Formation), occurred within the interval of greater instability in the basin during the Upper Jurassic.

Key words: Stratigraphy, Facies, Ammonites, Upper Jurassic, Majorca.

Caracuel, J.E. y Olóriz, F. (1998): Revisión estratigráfica del Jurásico Superior de la Sierra Norte (Mallorca). *Rev. Soc. Geol. España*, 11 (3-4): 345-353.

El Archipiélago Balear está situado sobre un promontorio continental limitado por la Cuenca de Provenza al norte y la Cuenca Norteafricana al sur. A excepción de una extensa parte de la Isla de Menorca,

desde Suess (1902) ha sido interpretado como la prolongación NE del Surco Bético con rasgos que permiten su diferenciación (Pomar 1979; Meléndez *et al.* 1988). Hacia el NW, el Archipiélago Balear queda se-

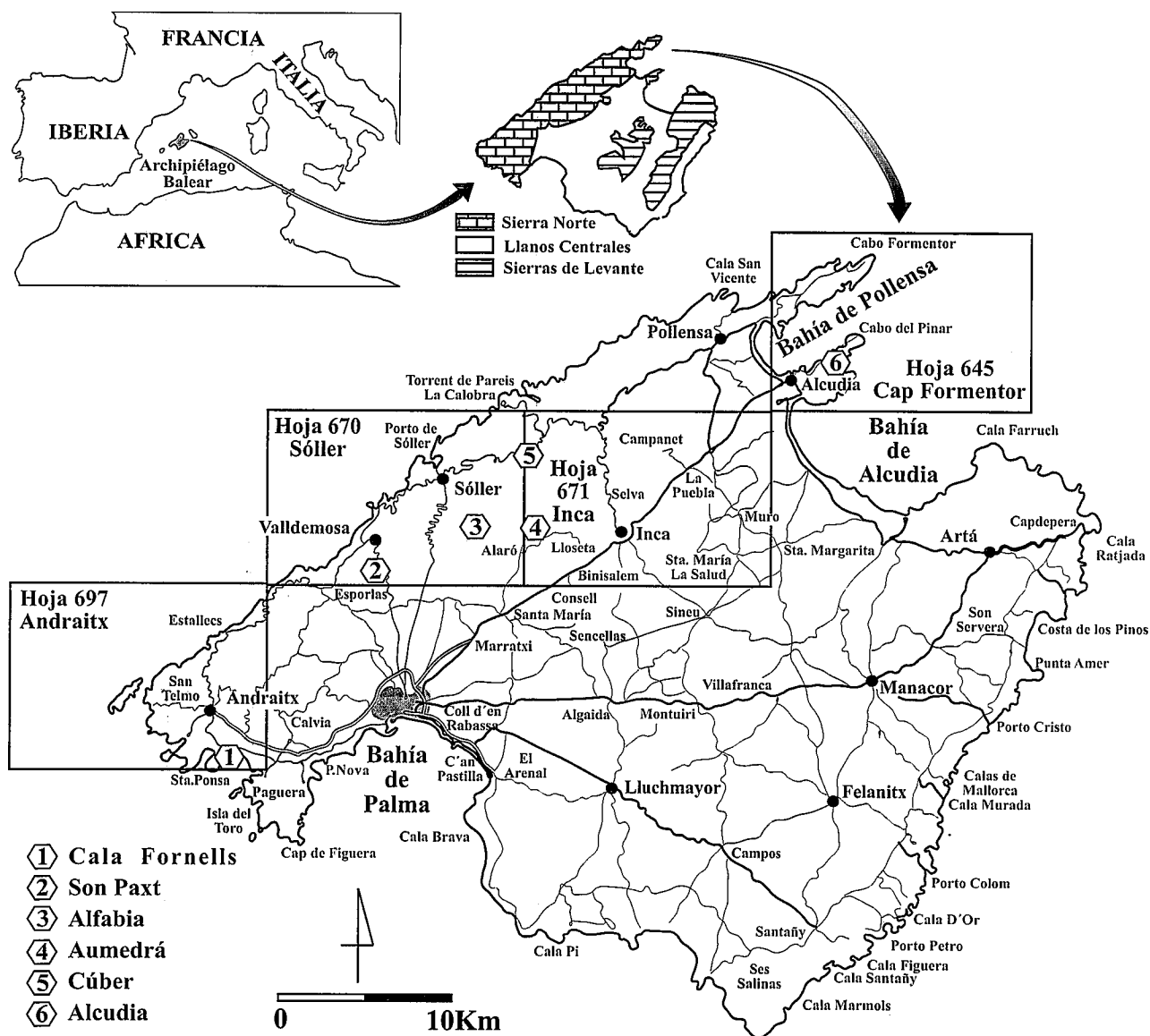


Figura 1.- Localización geográfica de la Sierra Norte de Mallorca con indicación de los perfiles analizados y de las hojas topográficas y geológicas a escala 1:50.000.

parado de la Península Ibérica (Dominio Catalán-Valenciano) por el Surco de Valencia. Tradicionalmente, la mayor de las Islas Baleares, Mallorca, ha sido subdividida en tres dominios con entidad paleogeográfica y tectónica:

La Sierra Norte (Sierra de Tramontana o *Serra Nord*), área de mayor relieve, es una gran extensión de afloramientos mesozoicos de plataforma carbonatada y *plateau* epiocénico (Olóriz, 1997), su estilo tectónico es de "piel fina" con cabalgamientos vergentes al NW en secuencia de *pyggy-back* (3 escamas tectónicas en Fallot, 1922, reconsideradas a 5 unidades tectónicas en Álvaro y Del Olmo, 1984; Álvaro *et al.*, 1984, 1989).

Los Llanos Centrales (*Plá*), dominados por materiales cenozoicos escasamente tectonizados (Pomar, 1979).

Las Sierras de Levante (*Serres de Llevant*), de relieves moderados y afloramientos de materiales mesozoicos pertenecientes a ambientes de plataforma carbonatada (Área de Artá) y de talud-cuenca (Simó y Barnolas, 1985).

El presente estudio se centra en los materiales del Jurásico Superior (Fms. Alfabia, Aumedrá y Son Torrelles) en la Sierra Norte, en la que se ha analizado un total de 15 perfiles distribuidos en 6 áreas (2 perfiles en el sector de Alcudia, 5 en Cúber, 2 en Alfabia, 2 en Son Paxt, 1 en Aumedrá y 3 en Cala Fornells) que cubren la Sierra Norte desde su extremo SW hasta las proximidades del Cabo Formentor en el NE. La figura 1 muestra la localización de las áreas estudiadas en las hojas topográficas a escala 1:50.000.

Los perfiles considerados en un mismo sector son comúnmente secciones complementarias que representan las condiciones de estudio más favorables para cada tramo de la sucesión. No obstante, en ocasiones se han estudiado varias secciones para un mismo tramo debido a condiciones de afloramiento favorables y/o a rasgos particulares de las facies. En todos los casos se procedió al levantamiento detallado de los perfiles nivel a nivel, con atención a los cambios de facies y a las discontinuidades estratigráficas. Debido a las peculiaridades

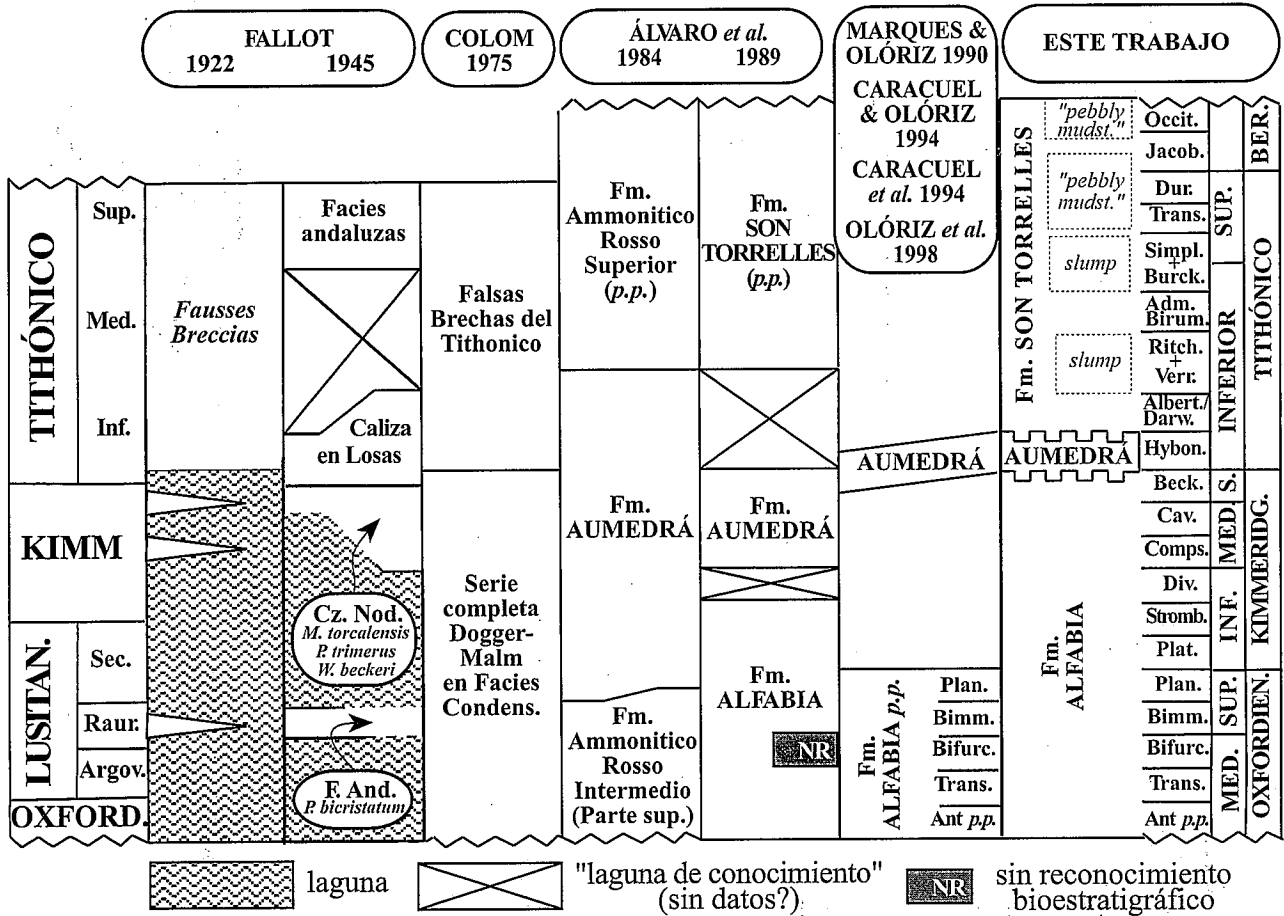


Figura 2.- Correlación de síntesis estratigráficas relevantes para el Jurásico Superior en la Sierra Norte de Mallorca.

tidades de las facies *ammonítico rosso*, que son dominantes, se prestó un interés especial a las tendencias reconocibles en el carácter margoso y a otros rasgos macroscópicos de la litofacies.

La revisión estratigráfica se ha basado en estudios bioestratigráficos previamente realizados por los autores sobre 5.000 ammonites recolectados estrato a estrato en los perfiles y tramos más productivos, de los que se ha obtenido el control bioestratigráfico a nivel zonal/subzonal en el intervalo Oxfordiense medio (Zona Transversarium)-Berriasiense medio (Zona Occitánica). Además de la descriptiva macroscópica de facies a nivel de afloramiento, para cada nivel o tramo estudiado, se han analizado las microfacies y texturas. En el Tithónico superior-Berriasiense el estudio de los tintinoides (Olóriz *et al.*, 1995b) permitió complementar la bioestratigrafía de ammonoideos.

Antecedentes

Las primeras concepciones sobre la evolución geológica de las Islas Baleares se remontan a Armstrong (1752). En el Siglo XIX se generalizaron los estudios (La Marmora, 1835; Bouvy, 1845, 1867; Hermite, 1879; Nolan, 1895a, 1895b) y debido a las ideas imperantes en la época se interpretó que la estructura de la isla estaba determinada por fracturas verticales relacionadas con una supuesta actividad volcánica.

A principios del Siglo XX destacan los trabajos de Fallot (1914a, 1914b, 1922) y Dardèr (1918, 1925), que reconocieron la existencia de los recién descubiertos mantos de corrimiento. La interpretación para la Sierra Norte de 3 mantos o escamas cabalgantes hacia el NW (Fallot, 1922) permanecerá hasta los años ochenta como base de las interpretaciones. Otros autores destacables en este periodo (Stille, 1927; Hollister, 1942) complementaron las ideas de Fallot (1922) respecto a la estructuración del bloque balear en una única fase postburdigaliense-prehelvetiense, aunque reconocieron algunas etapas secundarias previas. De acuerdo con Fallot (1922, 1945), los materiales del Jurásico Superior, excepto los del Tithónico, se registran en facies muy condensadas ("Falsas Brechas"), en afloramientos muy locales e incompletos. Este autor interpretó un momento de bajada relativa del nivel del mar que mantuvo el área emergida (Bathonense-Tithónico) salvo durante el Rauraciense (*P. Bicristatum*) y el Kimmeridgiense medio-superior (*N. Torcalensis*, *P. Trimerus* y *W. Beckeri*). La alusión de Fallot (1945) a la existencia de calizas tableadas ("Calizas en Losas") hacia el tránsito Kimmeridgiense-Tithónico, es la primera mención de materiales no representados por facies *ammonítico rosso* para esta edad (Fig. 2).

Los aspectos sedimentológicos del Jurásico en la Sierra Norte han sido tratados, preferentemente, en la segunda mitad del Siglo XX por Colom (1935, 1947,

1955, 1957, 1965, 1967, 1975) y Colom y Escandell (1962). Se plantea la posibilidad de que exista la serie completa Dogger-Malm, en facies condensadas y sin lagunas estratigráficas significativas, aunque se advierte sobre las escasas posibilidades de caracterización bioestratigráfica debido a la falta de ammonoideos. Colom (1955) considera que el Malm está dominado por una "magnafacies" de radiolarios en la que se reconocen las microfacies de "*Globigerina*" en la parte inferior y de "*Globochaete y tintinnoides*" en la parte superior. No se comenta la existencia de microfacies ricas en *Saccocoma* (Colom y Escandell, 1962). Estos dos autores consideran las "Falsas Brechas" como típicas del Tithónico superior, sin plancton globigerínico, y como resultado de un depósito pelágico profundo en batimetrías próximas a los 4,000 m. La nodularidad sería provocada por deslizamientos sinsedimentarios a causa de la inestabilidad de los fondos.

Posteriormente, en Colom (1975) se informa sobre el registro básicamente completo para el "Ciclo Talassocrático Geosinclinal" (Jurásico-Cretácico). Las "Falsas Brechas" se consideran intercaladas desde el Dogger en una serie rítmica calizo-margosa poco potente (máximo de 100 m, usualmente 50-60 m) de edad Dogger-Malm (Fig. 2). Se reconocen 4 litofacies jurásicas: a) margosa con *Posidonomya* y radiolarios (Lías superior-Kimmeridgiense), b) de *Protoglobigerina* y radiolarios (Oxfordiense-Portlandiense), c) de *Saccocoma* y *Globochaete* (Oxfordiense-Portlandiense), y d) de radiolarios, tintinnoides y *Nannoconus* (Portlandiense-Berriasiense medio).

En trabajos recientes, Álvaro y Del Olmo (1984) consideran que la estructura de la Sierra Norte está constituida por 5 Unidades Tectónicas apiladas en secuencia de *pyggy-back*, con un acortamiento estimado del 50%. El área de la Península de Alcuía se considera afín a las *Serres de Llevant*, mientras que en IGME (1991) se incluye en la Sierra Norte como una nueva Unidad VI, más meridional. Estudios recientes (Gelabert *et al.*, 1992) profundizan en los aspectos tectónicos de la Sierra Norte.

Con Mataillet y Pechoux (1978) y Álvaro *et al.* (1984, 1989) se inicia una actualización de la estratigrafía del Jurásico. Para el Jurásico superior estos últimos autores consideran dos tramos litológicos en facies *ammonitico rosso*, entre los que se intercalan calizas tableadas (Fig. 2; Fms. Ammonitico Rosso Intermedio "parte superior", Aumedrá y Ammonitico Rosso Superior, respectivamente, y reconsideran sus límites bioestratigráficos en Álvaro *et al.* 1984). Álvaro *et al.* (1989) formalizan estas formaciones, denominándolas como Alfabia, Aumedrá y Son Torrelles:

Fm. Alfabia. Calizas nodulosas rojizas/grises, ocasionalmente masivas, ricas en filamentos, radiolarios y *Protoglobigerina*, con nódulos de sílex en la parte superior. La potencia es constante, próxima a 15-30 m, frecuentemente 20-25 m, y la edad abarca desde la Zona *Antecedens* (Oxfordiense medio) a la Zona *Strombecki*

(Kimmeridgiense inferior); no se reconoce la Zona *Bifurcatus* del Oxfordiense medio.

Fm. Aumedrá. Calizas bien estratificadas en bancos decimétricos (0,2-0,6 m). Las microfacies son *mudstones-wackestones* pobres en microfósiles y la potencia es de 20-30 m. El intervalo estratigráfico interpretado es Kimmeridgiense superior, de acuerdo con los ammonites reconocidos (*Aspidoceras* sp., *Litogyroceras* sp., *Torquatisphinctes*).

Fm. Son Torrelles. Calizas de aspecto conglomerático con una potencia de 10-40 m. En la parte inferior se ha reconocido el Tithónico inferior (Zona *Richteri*) y en la superior el Tithónico superior-Berriasiense.

Trabajos recientes han aportado precisiones tanto en aspectos sedimentológicos para el Tithónico-Berriasiense (Olóriz *et al.*, 1995a) como bioestratigráficos referentes a niveles radiolaríticos de Edad Calloviense, infrayacentes a la Fm. Alfabia (Caracuel *et al.*, 1995), al Oxfordiense medio-superior en el área de Cúber-Alfabia (Marques & Olóriz, 1990; Olóriz *et al.*, 1998), a precisiones sobre el registro de la Zona *Bifurcatus* (Oxfordiense medio) (Caracuel *et al.*, 1994), a la precisión de los límites bioestratigráficos de la Fm. Aumedrá (Caracuel y Olóriz, 1994, 1998), y al análisis bioestratigráfico de tintinnoides en la parte superior de la Fm. Son Torrelles (Tithónico-Berriasiense) (Olóriz *et al.*, 1995b). Caracuel (1996) ofrece un análisis de conjunto del Jurásico Superior en la Sierra Norte.

El Jurásico Superior de la Sierra Norte. Revisión Estratigráfica

En el presente trabajo se adopta la nomenclatura de Álvaro *et al.* (1989) para las formaciones del Jurásico Superior (Fms. Alfabia, Aumedrá y Son Torrelles) y se presenta una reinterpretación estratigráfica basada en la revisión de facies, microfacies y en una reciente actualización de la bioestratigrafía. La figura 2 muestra una correlación de las síntesis estratigráficas más relevantes que hayan tratado en extensión el Jurásico superior, junto con la revisión propuesta, todo ello con una atención especial a la reinterpretación de los límites de las formaciones. La figura 3 complementa a la anterior mostrando una síntesis litoestratigráfica y de microfacies.

Fm. Alfabia

La Fm. Alfabia fue definida formalmente en Alvaro *et al.* (1989) en la Sierra de Alfabia. Ha sido estudiada en 8 perfiles de las áreas de Cúber, Alfabia, Son Paxt, Cala Fornells y Alcuía (Fig. 1). Está constituida básicamente por calizas nodulosas margoso-calcáreas y alternancias de niveles margosos grises, nodulares, con calizas tableadas-alabeadas en la parte superior. Existe sílex en nódulos y rara vez en bandas. Ocasionalmente, hacia el Kimmeridgiense inferior pueden aparecer niveles margosos (Son Paxt) o bancos calcáreos potentes

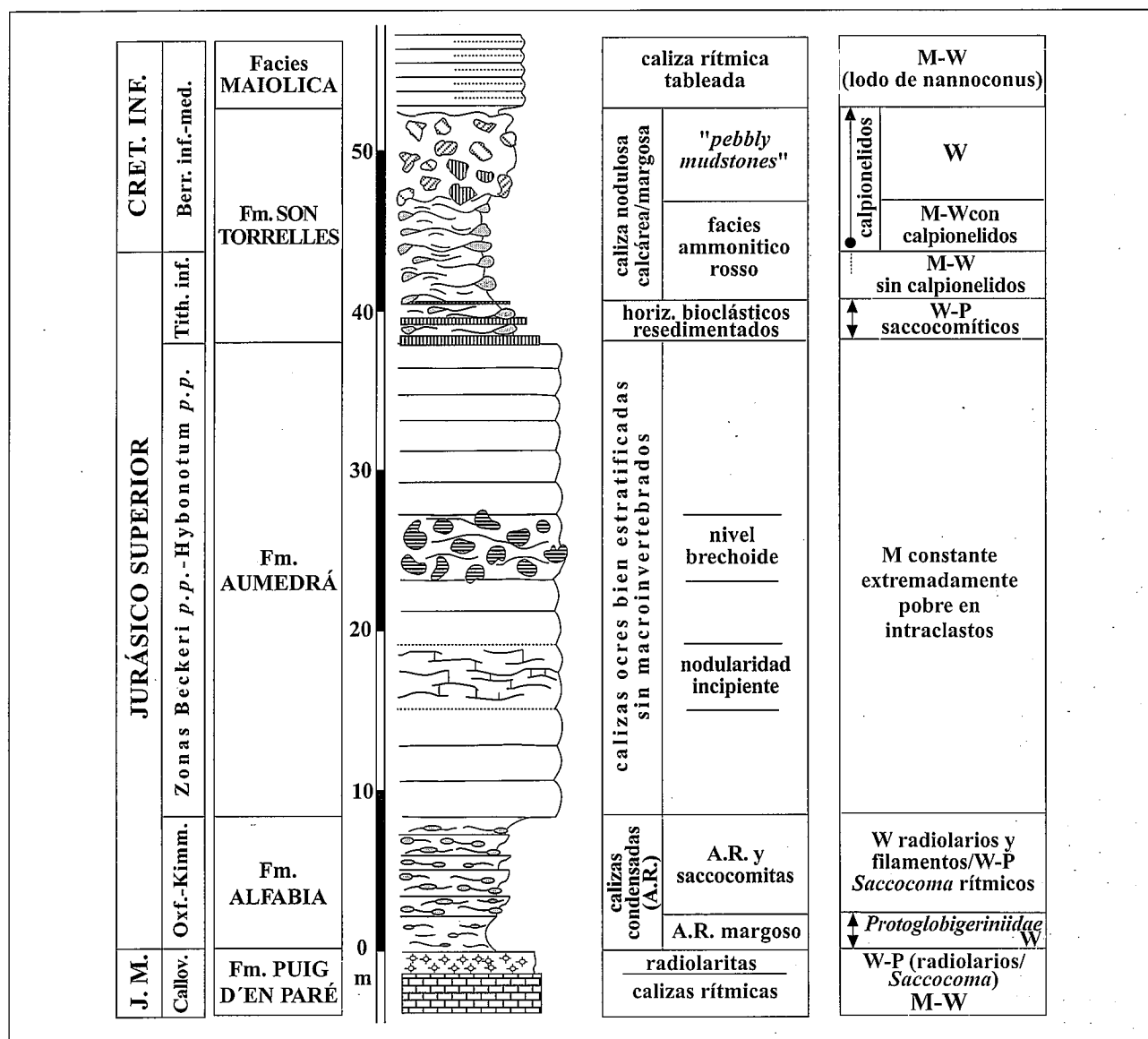


Figura 3.- Serie sintética del Jurásico Superior en la Sierra Norte de Mallorca, con indicación de edades, formaciones, potencias (m), litofacies (texturas y estructuras) y microfósiles más representativos. M (*mudstone*), W (*wackestone*), P (*packstone*), A.R. (*Ammonitico Rosso*), J.M. (Jurásico Medio).

de hasta 1 m (Cúber, Son Paxt). Los espesores de la formación varían entre 9,5 m en Cala Fornells y 25 m en Alfabia; aunque en este último afloramiento la parte superior es más carbonática, menos nodular, en la transición hacia las calizas tableadas suprayacentes de la Fm. Aumedrá. En el resto de perfiles en los que la parte superior de la Fm. Alfabia se mantiene en facies *ammonitico rosso*, no se superan 13 m de potencia. En Alcudia, la Fm. Alfabia está representada por tan sólo 5 m en facies nodulares, margosas, grises, cuyo rango bioestratigráfico es sensiblemente menor al reconocido, de manera general, en la Sierra Norte.

Una sección típica de esta formación (Fig. 3) incluye un tramo inferior de aproximadamente 2 m en facies nodulares, margosas, rojas, con episódicos niveles nodulares calcáreos y tendencia general carbonato-creciente (incremento en tamaño y empaquetamiento de nódulos). El sílex puede estar presente desde la base y

las microfacies son mayoritariamente *wackestones* con ocasionales *packstones* de *Protoglobigerina*, radiolarios, *Saccocoma* y filamentos. Componentes accesorios son foraminíferos indeterminados, gasterópodos, bivalvos, braquiópodos, núcleos de ammonoideos y *aptychi*. En el sector de Alcudia las microfacies son equivalentes, aunque este tramo inferior puede ser más margoso, más potente y presentar deslizamientos sinsedimentarios (*slumps*). Prácticamente, los 5 m de facies nodulares margosas grises que constituyen la Fm. Alfabia, en este área, son atribuibles a este tramo basal.

Sobre el tramo inferior se suceden 3-4 m (Cúber, Cala Fornells), 6-7 m (Son Paxt) o hasta 12 m (Alfabia) de niveles alternantes de calizas tableadas-alabeadas (bancos de 10-40 cm, eventualmente de hasta 1 m en Son Paxt) con incipiente desarrollo de nodularidad a techo, y verdaderos interlechos nodulares grises (hasta

35 cm). A mayor espesor de este tramo, menor desarrollo de interlechos nodulares, tal como se reconoce en Alfabia, en donde éstos parecen ser muy reducidos e incluso inexistentes. La evolución de las microfacies es característica:

Los niveles calizos tableados-alabeados son *wackestones-packstones* de *Saccocoma*, con restos bien empaquetados y gradados hacia el techo de los bancos, con filamentos, *lumps*, pelets, *Protoglobigerina* y radiolarios, en orden de abundancia. En ocasiones se produce una intensa recristalización, preferentemente cuando se registran texturas de tipo *packstone* con abundante *Saccocoma*. La porosidad de tipo *shelter* es abundante.

Los interlechos nodulares grises son persistentemente *wackestones* con radiolarios filamentosos y *Protoglobigerina* (esta última sólo en la parte inferior del tramo). Como componentes accesorios se reconocen *Saccocoma*, foraminíferos indeterminados, *Globochaete*, espículas de esponjas, gasterópodos, bivalvos y braquiópodos.

La intensa bioturbación por *Thalassinoides+Chondrites/Planolites* en la litofacies nodular margosa, que en parte condiciona su nodularidad, así como su práctica ausencia junto con la laminación por orientación de bioclastos en la litofacies de calizas tableadas-alabeadas, permiten considerar a esta última como un depósito comparativamente rápido (eventos turbidíticos/tempestíficos).

Litotipos poco frecuentes y atípicos en esta formación son los bancos carbonáticos potentes y las calizas tableadas en transición a la Fm. Aumedrá (reconocidos en los sectores de Son Paxt y Alfabia). En los bancos carbonáticos potentes es reseñable la abundancia de sílex (nódulos y bandas) hacia el techo, coincidiendo con el incremento en radiolarios, que llegan a desplazar a *Saccocoma* como componente mayoritario en la microfacies. Por otra parte, las microfacies en las calizas tableadas del sector de Alfabia reflejan, así mismo, una transición a las típicas de la Fm. Aumedrá, llegando a registrarse *mudstones* homogéneos en su parte superior.

En todos los afloramientos estudiados, los materiales infrayacentes a la Fm. Alfabia corresponden a la Fm. Puig d'en Paré, que en el sector central de la Sierra Norte (áreas de Cúber-Alfabia) incorpora a techo unos niveles radiolaríticos característicos, datados con radiolarios como Calloviense inferior (Caracuel *et al.*, 1995). De acuerdo con la edad reconocida por ammonites para los niveles basales de la Fm. Alfabia en todos los sectores estudiados (Oxfordiense medio, Zona Transversarium), se evidencia una importante laguna estratigráfica (Calloviense inferior *p.p.*?/medio-Oxfordiense medio *p.p.*) entre las Fms. Puig d'en Paré y Alfabia que es comparable a la que se reconoce de manera más o menos generalizada en otras áreas perimediterráneas próximas (Subbético). En el tramo inferior, nodular, margoso, rojo de la Fm. Alfabia se han reconocido numerosas asociaciones de ammonoideos que permiten caracterizar las Zonas Transversarium, Bifurcatus (Oxfordiense medio), Bimammatum y Planula (Oxfor-

diense superior). En el resto de la sucesión las posibilidades de caracterización bioestratigráfica son más reducidas debido a la comparativa escasez de fauna, aunque se ha comprobado la existencia de las zonas *Platynota*, *Strombecki*, *Divisum*, incluida la Subzona Uhandi (Kimmeridgiense inferior), *Compsum*, *Cavouri* (Kimmeridgiense medio) y *Beckeri* (Kimmeridgiense superior). En las áreas de Cúber y Cala Fornells, Caracuel y Olóriz (1998) han reconocido un intervalo de 2 m en la parte terminal de la Fm. Alfabia, que es pobre en macrofósiles y que induce la indeterminación para establecer con precisión el tránsito Kimmeridgiense/Tithónico. En el área de Alcudia únicamente se ha reconocido con ammonites la Zona Bifurcatus (Oxfordiense medio) en los primeros 3,5 m de los 5 m que componen la sucesión.

En todos los afloramientos analizados, el límite superior de la Fm. Alfabia es aparentemente concordante con la Fm. Aumedrá, suprayacente, sin que hayan sido reconocidas lagunas estratigráficas entre ambas formaciones.

Fm. Aumedrá

La Fm. Aumedrá ha sido definida por Álvaro *et al.* (1984) en el Valle de Aumedrá, próximo a Lloseta (Fig. 1). Ha sido estudiada en detalle en los 3 perfiles donde aflora en mejores condiciones (Cúber, Aumedrá y Son Paxt), aunque fue reconocida en el resto de áreas visitadas. De acuerdo con Álvaro *et al.* (1989), la Fm. Alfabia en la Península de Alcudia es sustituida por la Fm. Puig d'en Borrás, esta última bien desarrollada en las Sierras de Levante, hecho que pone de relieve el carácter transicional del área entre la Sierra Norte y las Sierras de Levante.

Litológicamente, La Fm. Aumedrá está formada por calizas tableadas, de color gris-ocre o marrón, extremadamente pobres en fósiles. El espesor de los bancos es con frecuencia decimétrico (15-25 cm), aunque en ocasiones se reconocen niveles más potentes (de hasta 200 cm, a veces compuestos por horizontes sobreimpuestos) o más delgados (centimétricos). La reducción del espesor del banco se acompaña del desarrollo de superficies alabeadas de techo y muro, lo que en ocasiones puede favorecer la pérdida de continuidad del nivel y el registro de lechos amigdaloides empaquetados con apariencia "pseudonodular". En el sector de Cúber también fue reconocido un intervalo brechoide, monomítico, en bancos gruesos (hasta 50 cm) y espesor total de orden métrico (2-3,5 m). La potencia de la formación en los afloramientos de Cúber y Aumedrá, en donde se reconoce el techo y el muro sin excesiva distorsión tectónica, está en torno a 30-35 m, mientras que el espesor mínimo observado es siempre superior a 20 m (afloramientos tectonizados).

Las microfacies son muy constantes y están representadas por *mudstones* (2-8% intraclastos), con escasos bioclastos de *Saccocoma*, filamentos, radiolarios, *Globochaete* y ocasionales foraminíferos indeterminados, espículas de esponjas, gasterópodos, *aptychi* y

bivalvos. En algunos tramos son representativos los intraclastos, pelets, *lumps* y unos característicos cristales idiomorfos de pirita que aparecen limonizados, generando aureolas rojizas centimétricas visibles en corte fresco.

La Fm. Aumedrá aparece intercalada, en aparente concordancia, entre las Fms. Alfabia (infrayacente) y Son Torrelles (suprayacente). Los fósiles recolectados son extremadamente escasos y con deficiente conservación. Algunos ejemplares de Haploceratidae, registrados por Caracuel y Olóriz (1998), ya desde la base, permiten considerar la posibilidad de que su edad fuese tithónica pero no es posible concluir con los datos disponibles por el momento. Debido a la extrema escasez de macrofósiles que permitan datar directamente la Fm. Aumedrá, se llevaron a cabo intensos muestreos a techo de la Fm. Alfabia y extrema base de la Fm. Son Torrelles. De acuerdo con Caracuel y Olóriz (1998), los niveles superiores de la Fm. Alfabia en los sectores de Cala Fornells y Cúber son de edad Beckeri (parte terminal), aunque existe un intervalo de 2 m que no ha podido caracterizarse bioestratigráficamente con ammonites por debajo de la base de la Fm. Aumedrá, en cuya parte inferior se han reconocido restos de Haploceratidae. Respecto al límite superior de la Fm. Alfabia, los niveles basales de la Fm. Son Torrelles en Cúber y Cala Fornells contienen asociaciones con *Hybonotoceras* pertenecientes a la Zona Hybonotum (Tithónico basal). Si consideramos el registro de Haploceratidae restringido al Tithónico, de acuerdo con los rangos bioestratigráficos más completos en otras áreas próximas del Tethys Mediterráneo occidental (Subbético), la Fm. Aumedrá pertenecería casi exclusivamente a la Zona Hybonotum (Tithónico basal), tal vez con la excepción de los horizontes basales y del techo de esta zona. No se descarta que los límites de la Fm. Aumedrá sean diacrónicos en detalle, especialmente el inferior, ya que el tránsito entre las Fms. Alfabia y Aumedrá es muy variable -gradual en Alfabia y Cala Fornells y brusco en el resto de áreas visitadas.

Fm. Son Torrelles

La Fm. Son Torrelles fue definida formalmente en Álvaro *et al.* (1989) de acuerdo con observaciones en el área de Son Torrelles, cerca de Cúber. Se ha estudiado en 5 afloramientos de las áreas de Cala Fornells, Cúber y Alcudía (Fig. 1). La sucesión es condensada y presenta lagunas estratigráficas reconocibles y niveles resedimentados en su mitad superior.

En el sector de Cúber la sucesión comienza por 0,7-2,0 m de calizas nodulosas calcáreas, grises, alternando con niveles bioclásticos, resedimentados, de naturaleza turbidítica/tempestítica. En el área de Cala Fornells, este primer tramo adquiere mayor desarrollo (hasta 5 m) e incorpora sílex en mayor proporción. En Alcudía, la Fm. Son Torrelles es atípica, al igual que el resto del Jurásico Superior. Comienza con un importante nivel de removilización sinsedimentaria (*pebbly-mudstones*)

que alterna con facies nodulares con un importante componente algal.

Sobre el tramo basal descrito aparecen 6-8 m de calizas nodulosas rojas, alternando litotipos margosos y calcáreos, y ocasionalmente niveles de 10-20 cm de *micropebbly-mudstones* y/o niveles turbidíticos/tempestíticos distales representados por laminación fina de bioclastos de pequeño tamaño. En este tramo existen *slumps* en la parte superior y un potente *pebbly-mudstone* (hasta 6,5 m de potencia en el área de Cúber) en el techo de la formación. Este *pebbly-mudstone* muestra clastos centimétricos, relativamente angulosos y con abundantes ammonioideos fragmentados e indicios de estratificación que podrían evidenciar eventos de depósito diferenciados.

Las microfacies en las facies *ammonitico rosso* y *pebbly-mudstones* son generalmente *wackestones* y ocasionales *mudstones* ricos en calpionelidos (en el Tithónico superior y Berriasiense inferior), radiolarios, *Globochaete* y *Saccocoma*. Otros componentes destacados son bivalvos, gasterópodos (en ocasiones muy abundantes), foraminíferos indeterminados, espículas de esponjas, *Stomiosphaera*, *Cadosina* y ostrácodos. Las facies resedimentadas de tipo *pebbly-mudstone* son comparativamente intraclásticas y enriquecidas en pelets y *lumps*. En los niveles turbidíticos basales las texturas dominantes son de *wackestones* y *packstones* de *Saccocoma*, habitualmente recristalizado, y con menor proporción de otros componentes antes aludidos.

El límite inferior de la Fm. Son Torrelles con la Fm. Aumedrá, infrayacente, es aparentemente concordante (en ocasiones tectonizado?) y probablemente ligeramente diacrónico a nivel intra-subzona de ammonites (Cron Hybonotum, parte superior, Tithónico basal) en los perfiles analizados, excepto en el sector de Alcudía, en donde los niveles basales de la Fm. Son Torrelles son de edad Verruciferum. En este perfil, la Fm. Aumedrá es sustituida por la Fm. Puig d'en Borrás. Sobre la Fm. Son Torrelles aparecen las calizas rítmicas tableadas, de facies Maiolica y ricas en *Nannoconus*, cuya base en el área de afloramiento favorable en Cúber ha podido ser datada con calpionelidos (Olóriz *et al.*, 1995) como límite de las Zonas Remaniella/Eliptica (Berriasiense Inferior/Medio) o en ocasiones Zona Eliptica (Berriasiense Medio). Esta ligera heterocronía podría estar en relación con el espesor variable que muestra el *pebbly-mudstone* en el techo de la Fm. Son Torrelles, que posiblemente determinó una topografía irregular en torno al inicio de las condiciones de depósito de las facies Maiolica.

Desde el punto de vista bioestratigráfico, en los perfiles estudiados se han reconocido, con variable desarrollo, las zonas Hybonotum, Albertinum/Darwini, Verruciferum, Richteri, Admirandum/Biruncinatum y Burckhardtceras, del Tithónico inferior. En el área de Cúber, las zonas Verruciferum-Richteri (y Burckhardtceras?) presentan niveles de removilización. Las zonas del Tithónico superior (Simplisphinctes, Transitorius y Durangites) han sido

reconocidas con reservas, muy reducidas (potencia inferior a 1 m) y en materiales removilizados (*pebbly-mudstones* y niveles turbidíticos/tempestíticos). Las zonas Jacobi (Berriasiense inferior) y Occitánica (Berriasiense medio) están mejor desarrolladas e incluyen igualmente horizontes de *pebbly-mudstones*.

Consideraciones finales

Con el soporte de un detallado estudio bioestratigráfico se ha llevado a cabo la revisión de la estratigrafía del Jurásico Superior de la Sierra Norte de Mallorca en una selección de los perfiles más representativos en afloramientos de las áreas de Alcudia, Cúber, Alfabia, Son Paxt, Aumedrá y Cala Fornells. La caracterización con ammonoideos del intervalo Oxfordiense medio-Berriasiense medio a nivel zonal/subzonal ha permitido reconsiderar los límites de las 3 formaciones admitidas para el Jurásico Superior, al menos para las unidades tectónicas intermedias de la Sierra Norte: La Fm. Alfabia presenta materiales desde el Oxfordiense medio (Zona Antecedens *p.p.*) al Kimmeridgiense superior (Zona Beckeri *p.p.*), la Fm. Aumedrá pertenece a un reducido intervalo Kimmeridgiense superior (Zona Beckeri terminal?)-Tithónico inferior (Zona Hybonotum *p.p.*), y la Fm. Son Torrelles abarca desde el Tithónico inferior (Zona Hybonotum *p.p.*) al Berriasiense medio (Zona Occitánica). La actualización estratigráfica que se propone permitirá una interpretación más precisa de la evolución eco-sedimentaria del medio y una evaluación adecuada de la importancia relativa de las lagunas estratigráficas reconocidas.

La discontinuidad estratigráfica más importante en el Jurásico Superior es correlacionable a nivel regional con otras áreas del Tethys perimediterráneo (Subbético, Prealpes Veneto-Trentinos, Apenino Umbro-Marchigiano) y afecta a la base de la Fm. Alfabia. A nivel local, en la Sierra Norte muestra variable expresividad y amplitud: una importante laguna estratigráfica en facies *ammonitico rosso* (Bathoniense-Oxfordiense medio) se asocia a un *hard-ground* bien desarrollado, en aparente paraconformidad, como en Cala Fornell y Son Paxt, o bien a una paraconformidad entre niveles de margas radiolaríticas (techo de la Fm. Puig d'en Paré) y facies *ammonitico rosso* margoso (base de la Fm. Alfabia) con laguna estratigráfica datada como Calloviense inferior *p.p.* ?/medio-Oxfordiense medio en el área de Cúber. Otras posibles lagunas menores, a nivel intrazonal, son frecuentes en los materiales condensados de las Fms. Alfabia y Son Torrelles y no se descarta que puedan existir en la Fm. Aumedrá, especialmente en relación con sus límites, pero su identificación será difícil debido a la escasez de ammonites. En la Fm. Son Torrelles se han reconocido lagunas estratigráficas locales a nivel zonal, que se relacionan con periodos de inestabilidad. En el área de Cúber el registro de inestabilidades sinsedimentarias es notable y se reconocen importantes cambios en el espesor de las zonas de ammonites y en la amplitud de las lagunas estratigráficas registradas en perfiles levantados en el mis-

mo afloramiento. El cambio en las condiciones de depósito que determinó el relevo de las facies *ammonitico rosso* por las calizas tableadas en facies Maiolica es diacrónico en un rango estratigráfico reducido en el área de Cúber según la zonación de calpionelidos (Olóriz *et al.*, 1995; zonas Remaniella/Eliptica, Zona Eliptica).

En un ambiente de *plateau* epioceánico (Olóriz, 1997) durante el Jurásico tardío y Cretácico temprano, las facies *ammonitico rosso* son comparables con las de áreas equivalentes del Tethys perimediterráneo para dichas edades. Destaca la diversidad de subfacies nodulares y la relativa abundancia de eventos de resedimentación relacionados con una acusada inestabilidad en las cabeceras de los taludes, ambas relacionables con la inestabilidad tectónica de la época y con la compleja fisiografía que caracterizó los *plateau* epioceánicos del margen S-SE de Iberia.

Los *mudstones* pobres en macro-microfósiles de la Fm. Aumedrá representan una desviación mayor, aunque de corto periodo, en las condiciones eco-sedimentarias que rigieron el depósito de las facies *ammonitico rosso* dominantes durante el periodo estudiado. Esta facies no tiene equivalentes de la misma edad en otras áreas epioceánicas próximas del Tethys, al menos en relación con facies condensadas *ammonitico rosso* desarrolladas en *plateaux* epioceánicos, y es necesaria una investigación que avance un modelo genético que dé respuesta a los siguientes aspectos: a) excesiva tasa de sedimentación carbonatada para un *plateau* epioceánico, b) cambios litológicos bruscos respecto a las facies *ammonitico rosso* supra- e infrayacentes, c) ausencia de estructuras sedimentarias macroscópicamente reconocibles, y d) extrema escasez de restos fósiles (macro y microfósiles).

Las investigaciones han sido financiadas por el proyecto PB85-0406 (CICYT) y realizadas en el marco de las actividades del grupo EMMI (RNM-0178, Junta de Andalucía). Los autores agradecen la ayuda recibida de Luis Pomar (Universitat de les Illes Balears) y Joan Arbona (Museu Balear de Ciències Naturals, Soller) en la realización de las campañas de campo.

Bibliografía

- Álvaro, M. y Del Olmo, P. (1984): Las unidades tectónicas de la Sierra Norte de Mallorca (Islas Baleares). *I Cong. Geol. España*, Segovia, T.III: 1-10.
- Álvaro, M., Barnolas, A., Del Olmo, P., Ramírez Del Pozo, J. y Simó, A. (1984): Sedimentología del Jurásico de Mallorca. *Libro guía de Excursión. Grupo Español del Mesozoico*. Palma, 2-5 Octubre, 1984.
- Álvaro, M., Barnolas, A., Cabra, P., Comas-Rengifo, M.J., Fernández-López, S.R., Goy, A., Del Olmo, P., Ramírez Del Pozo, J., Simó, A. y Ureta, S. (1989): El Jurásico de Mallorca (Islas Baleares). *Cuad. Geol. Ibérica*, 13: 67-120.
- Armstrong, J. (1752): *The history of the Island of Minorca*. Printed for C. Dava opposite gray Im. Holborn XXVIII, 1 map, 2 figs., 260 pp. London.
- Bouvy, P. (1845): Coupe de la côte de Binisalem dans l'île de Majorque formée du Crétacé. *Bull. Soc. Géol. France*. Ser.2, Vol.2.
- Bouvy, P. (1867): *Ensayo de una descripción geológica de la Isla de Mallorca, comparada con las islas y el litoral de la*

- cuenca occidental del mediterráneo*. Felipe Gauspy Vicens 67 p.1, Mapa y Cortes. Palma de Mallorca.
- Caracuel, J.E. (1996): Asociaciones de megainvertebrados, evolución ecosedimentaria e interpretaciones ecoestratigráficas en umbrales epioceánicos del Tethys Occidental (Jurásico Superior). Tesis Doctoral Universidad de Granada: 474 pp.
- Caracuel, J.E. y Olóriz, F. (1994): La Fm. Aumedrá. Nuevos datos sobre el Jurásico Superior en la Sierra Norte de Mallorca. En: *X Jorn. Paleont., Madrid*: 40-41.
- Caracuel, J.E. y Olóriz, F. (1998): Recent Data on the Kimmeridgian-Tithonian Boundary in the Sierra Norte of Mallorca (Spain). *Geobios*. (en prensa).
- Caracuel, J. E., El Kadiri, K. y Olóriz, F. (1995): Les radiolarites d'âge callovien de la "Fm. Puig d'en Paré" (Sierra Norte, Majorque). *Geobios*, 28 (6): 675-681.
- Caracuel, J.E., Marques, B., Olóriz, F. y Rodríguez-Tovar, F.J. (1994): Confirmed record of the Bifurcatus Zone (Oxfordian) in the Sierra Norte of Mallorca (Balearic Island, Spain). En: *4th Intern. Congress Jurassic Strat. Geol. Mendoza, Argentina*, Abstract: 14.
- Colom, G. (1935): Estudios litológicos sobre el Jurásico de Mallorca. *Geol. Med. Occidental*, Barcelona, 3, 4: 1-20.
- Colom, G. (1947): *Estudio sobre la sedimentación profunda de las Baleares desde el Lías Superior al Cenomanense-Turonense*. C.S.I.C., Madrid: 147 pp.
- Colom, G. (1955): Jurassic-Cretaceous pelagic sediments of the Western Mediterranean Zone and the Atlantic area. *Micropaleontology*, 1, 2: 109-124.
- Colom, G. (1957): Sur les caractères de la sédimentation des géosynclinaux mésozoïques. *Bull. Soc. Geol. France*, 7: 1167-1187.
- Colom, G. (1965): Essais sur la Biologie, la distribution géographique et stratigraphique des Tintinnoides fossiles. *Eclogae geol. Helv.*, 58 (1): 319-334.
- Colom, G. (1967): Sur l'interprétation des sédiments profonds de la Zone géosynclinal baléare et subbétique (Espagne). *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, 3: 299-310.
- Colom, G. (1975): *Geología de Mallorca. Vol. I y II*. Diputación Provincial de Baleares: 505 pp.
- Colom, G. y Escandell, B. (1962): L'évolution du géosynclinal Baléare. *Livre P. Fallot, Mem. Soc. Geol. France*, 1: 125-136.
- Darder, B. (1918): Nota sobre la formación de cordilleras por corrimiento. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 18: 341-347.
- Darder, B. (1925): La tectonique de la région orientale de l'île de Majorque. *Bull. Soc. Geol. France*, 25: 245-278.
- Fallot, P. (1914a): Sur la tectonique de la Sierra de Majorque. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 158: 645.
- Fallot, P. (1914b): Sur la stratigraphie de la Sierra de Majorque. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 158: 817.
- Fallot, P. (1922): *Etude Géologique de la Sierra de Majorque*. Paris, 1922. Libr. Polytech. ch. Béranges. Thèse: 481 pp.
- Fallot, P. (1945): *Estudio geológico de la Zona Subbética entre Alicante y el Rio Guadiana Menor*. Inst. Inv. Geol. Lucas Mallada, C.S.I.C., Madrid, 5: 719 pp.
- Gelabert, B., Sabat, F. y Rodríguez-Perea, A. (1992): A structural outlines of the Serra de Tramontana of Mallorca (Balearic Islands). *Tectonophysics*, 203: 167-183.
- Hermite, H. (1879): *Etudes géologiques sur les îles Baléares. Première partie. Majorque et Minorque*. Paris, Vol.1: 362 pp.
- Hollister, J.S. (1942): *La posición de las Baleares en la Orogenia Varisca y Alpina*. Pub. Alem. geol. Esp. C.S.I.C.: 71-102.
- I.G.M.E. (1991): *Hoja 670 Soller*, Mapa geológico de España 1/50.000. Mapa y Memoria explicativa. Ministerio de Industria y Energía, Madrid.
- Marmora De La, (1835): Observations géologiques sur les deux îles Baléares. *Mem. R. Acad. Scien. Torino*. Vol. 38 n° 51 (trad. Furió, 1846, Palma).
- Marques, B. y Olóriz, F. (1990): Biostratigraphical research in the Oxfordian of Sierra Norte (Mallorca, Spain). 2nd Oxfordian Working Group Meeting, Basel. *The Oxfordian of Northern Switzerland* (R. Gygi, Ed.) 4. Abstract: p.12.
- Mataillet, R. y Pechoux, J. (1978): *Etude géologique de l'extrémité occidentale de la Sierra Nord de Majorque (Baléares, Espagne)*. Thèse. Fac. Sci. Tech. L'Univ. France-Comte.
- Meléndez, L., Olóriz, F. y Pomar, L. (1988): Relaciones entre las Baleares y las Béticas. En: *Symposium on the Geology of the Pyrenees and Betics*. Barcelona. Abstracts: 7-8.
- Nolan, H. (1895a): Sur les Jurassique et le Crétacé des îles Baléares. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 117: 821-823.
- Nolan, H. (1895b): Structure géologique d'ensemble de l'archipel Baléare. *Bull. Soc. Geol. France*, (3) 23: 76-91.
- Olóriz, F. (1997): Interpretaciones ecoestratigráficas. Aplicaciones a los materiales del Jurásico superior. En: *Vida y Ambientes del Jurásico* (J.A. Gámez Vintaned y E. Liñán, eds.). Institución Fernando El Católico. Zaragoza, 33-56.
- Olóriz, F., Caracuel, J.E. y Ruiz-Heras, J.J. (1995a): Numerical analysis of sedimentary components. A key for interpretation of macroscopic and microscopic features in ammonitico rosso facies (Upper Jurassic-lowermost Cretaceous). *Jour. Sed. Res.*, 65A, 1: 234-243.
- Olóriz, F., Caracuel, J.E., Marques, B. y Rodríguez-Tovar, F.J. (1995b): Asociaciones de Tintinnoides en facies ammonitico rosso de la Sierra Norte (Mallorca). *Rev. Esp. Paleontología*. n° Extraordinario, Homenaje al Dr. G. Colom: 77-93.
- Olóriz, F., Marques, B. y Caracuel, J.E. (1998): The Middle-Upper Oxfordian of Central Sierra Norte (Mallorca, Spain), and progressing ecostratigraphic approach in the Western Tethys. *Geobios*, 31, 3: 319-336.
- Pomar, L. (1979): La evolución tectonosedimentaria de las Baleares: Análisis crítico. *Acta Geol. Hisp.*, 14: 293-310.
- Simó, A. y Barnolas, A. (1985): Upper Jurassic Carbonate Slope, Mallorca, Spain. *6th European Regional Meeting, IAS, Lleida*, Abstract: 672-675.
- Stille, H. (1927): Zum Belearischen Problem. *Abhandl. Gess. der Wiss. zu Göttingen Math. Phys.* KLNf, 12: 3.
- Suess, E. (1902): *La face de la Terre*. Armand Colin édit., Paris, t.III, 1° y 2° parte.

Manuscrito recibido el 5 de Marzo de 1998

Aceptado el manuscrito revisado el 23 de Octubre de 1998