

Propuesta de correlación entre los sedimentos Pérmicos y Triásicos de la Cordillera Ibérica Este y de las Islas Baleares.

Correlation proposal of the Permian and Triassic sediments between the eastern Iberian Ranges and the Balearic Islands

A. Arche ⁽¹⁾, J. López-Gómez ⁽¹⁾ y H. Vargas ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Instituto de Geología Económica, C.S.I.C.-U.C.M., Facultad de Geología, 28040 Madrid.

ABSTRACT

The sedimentary record of Permian and Triassic age exposed in the Balearic Island is reasonably well dated, and several unconformities and breaks of sedimentation have been identified inside it. A combination of lithostratigraphic and biostratigraphic criteria allow for a formation-scale correlation between both geographic areas that also show a very similar extensional tectonic evolution during these periods. Lateral changes of facies in the Muschelkalk and Keuper facies are also shown, indicating, as expected, the presence of more open, shallow marine facies in the Balearic Island during the Middle and Late Triassic.

Key words: Balearic Islands, Eastern Iberian Ranges, Permian, Triassic, correlations, Pollen and Spores, Ammonoids, extensional tectonics.

Geogaceta, 32 (2002), 275-278
ISSN:0213683X

Introducción

Las Islas Baleares contienen un registro sedimentario de edad Pérmica y Triásica potente y razonablemente bien datado que presenta las tres divisiones clásicas: Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper (Rodríguez-Perea *et al.*, 1987). Las mismas aparecen también, obviamente, en la Península Ibérica, pero, sin embargo, no se ha realizado hasta ahora una correlación fiable entre ambas zonas. Es probable que una de las principales razones sea que la situación actual de las islas dentro del cinturón alpino bético (Fontboté *et al.*, 1990; Banda y Santanach, 1992) haya enmascarado la relación mutua durante el Pérmico y el Triásico.

La apertura del Golfo de Valencia, de la cuenca argelina y de la cuenca provenzal, con episodios de creación de corteza oceánica, rotación de bloques y una sucesión de fases compresivas y distensivas desde el Oligoceno superior al Mioceno medio (Rehault *et al.*, 1984; Martí *et al.*, 1992; Vegas, 1992) creó complejas estructuras de cabalgamiento en las Islas Baleares (Gelabert *et al.*, 1992) que enmascararon la geometría de las cuencas sedimentarias pérmicas y triásicas, pero existen sistemas de fallas de transferencia con orientación NW-SE, normales al frente bético de cabalgamientos que explican la diferencia de estructura de Menorca con respecto a las otras islas (Maillard *et al.*, 1992) y que podrían estar relacionadas con estructuras

análogas en los Catalánides como la Falla del Llobregat, con una larga historia que llega al Pérmico superior y puede explicar las grandes diferencias de espesor de sedimentos encontradas entre Menorca y el resto de las islas en esta misma etapa.

Los sedimentos Pérmicos y Triásicos de Baleares y su contenido paleontológico

La unidad detrítica inferior, tradicionalmente llamada facies Buntsandstein, ha sido formalmente subdividida en tres formaciones por Ramos (1995) en la costa N de Mallorca (Figura 1) que de base a techo son: Areniscas y Lutitas de Port d'es Canonge, Areniscas de Asá y Lutitas y Areniscas de Son Serralta, comparables a las subdivisiones no formalizadas propuestas por Rodríguez-Perea *et al.* (1987). También realiza una detallada interpretación sedimentológica de esta unidad detrítica y una serie de medidas de paleocorrientes que indican, con pocas variaciones de unas formaciones a otras, transporte hacia el SE. El contacto entre la primera y la segunda formación es neto, y transicional el de la segunda con la tercera.

Ramos y Doubinger (1989) han presentado datos palinológicos que permiten asignar edades precisas a dos de las formaciones antes citadas. Así, en la parte inferior de la Arenisca de Asá citan la presencia de una asociación con *Nuskosporites dulhuntyi*, *Lueckisporites virkkiae*, *Klausipollenites schaubergeri*, *Falcisporites zapfei*, *Proto-*

haploxipinus microcorpus, *Paravesicaspora splendegs*, *Junasporites delasaucei*, *Crucisaccites variusulcatus*, *Endosporites velatus* y *Crustaesporites* sp., lo que asigna una edad Pérmico superior (Thüringense) a las capas que la contienen. En las Lutitas y Areniscas de Son Serralta encuentran una asociación dominada por *Porcellispora longdonensis* y *Sulcosaccispora minuta*, que indica una edad Anisiense, probablemente inferior, para la parte alta de la Formación.

Esta subdivisión en tres formaciones puede extenderse a Menorca sin dificultad, aunque allí no se han definido formalmente; así Bourrouilh (1973) distingue un nivel de brechas basales, un tramo pelítico rojo que contiene palinomorfos como *Lueckisporites virkkiae*, *Falcisporites schaubergeri*, *Nuskosporites dulhuntyi* y *Taeniasporites angulistriatus*, asociación de edad Thüringense, y por último un tramo de areniscas que atribuye al Triásico Inferior. Rodríguez-Perea *et al.* (1987) citan un corte compuesto en la costa norte de la isla comenzando con brechas polimícticas discordantes sobre el Paleozoico (Carbonífero y Devónico), seguidos de pelitas rojas con areniscas lenticulares con un característico nivel enriquecido en Cu cerca del techo, areniscas rojas silíceas, y a techo de la serie areniscas y pelitas alternantes seguidas de pelitas rojas y dolomías estromatolíticas que marcan el tránsito del Muschelkalk.

Los mapas geológicos de Menorca a escala 1:50000 (ITGE 1989 a, b, 1990 a, b)

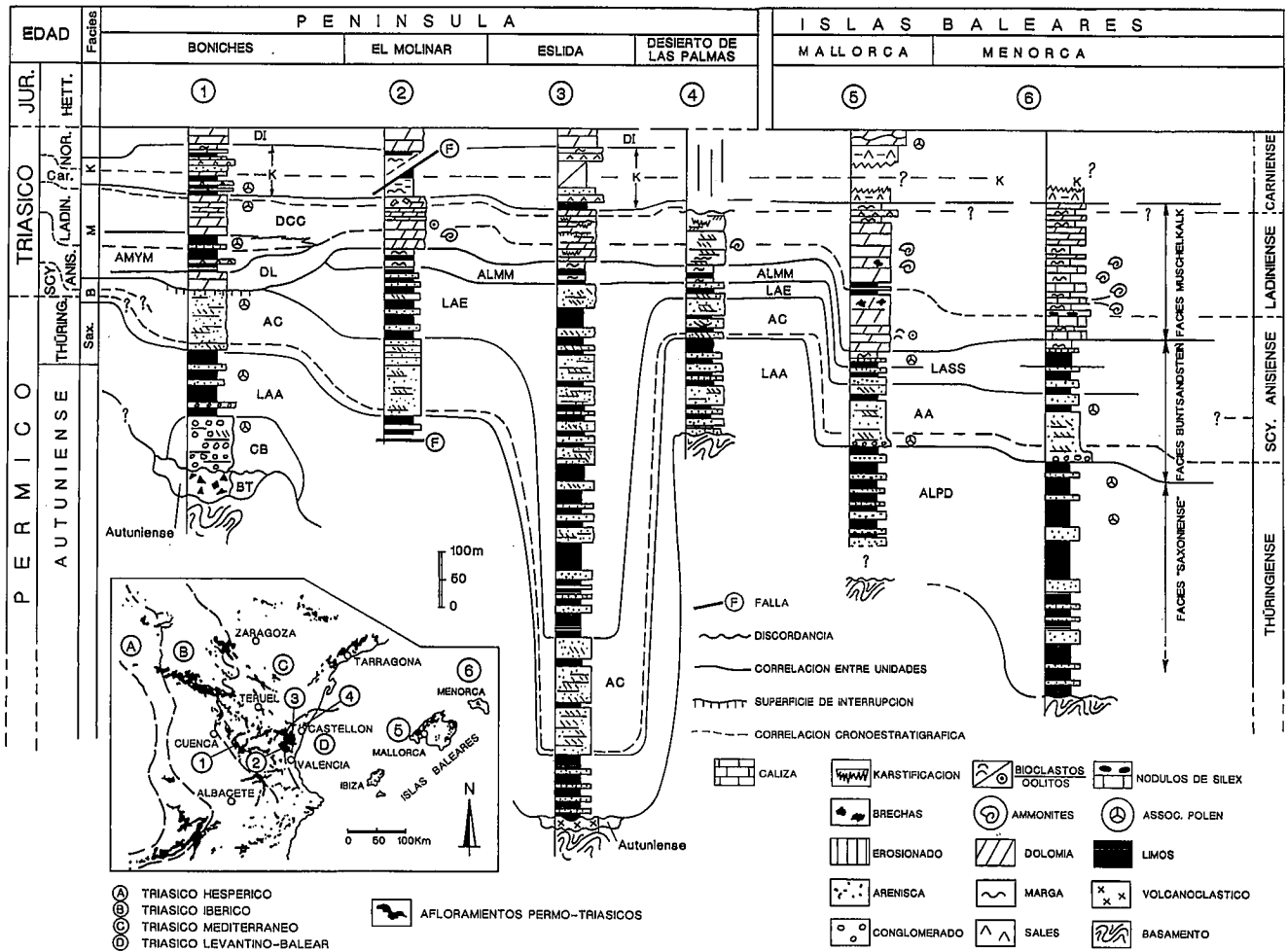


Fig. 1.-Ensayo de correlación entre los sedimentos del Pérmico y Triásico de la Cordillera Ibérica Este y las Islas Baleares. Las fuentes de información son los trabajos citados en el texto y datos de los autores. Siglas: BT: Brechas de Tabarreña, CB: Conglomerados de Boniches, LAA: Limos y Areniscas de Alcotas, AC: Areniscas del Cañizar, LAE: Limos y Areniscas de Esilda, ALMM: Areniscas y Limos de Marines, DL: Dolomías de Landete, AMYM: Arcillas y Yesos del Mas, DCC: Dolomías y Calizas de Cañete, ALPD: Areniscas y Limos de Port d'es Canonge, AA: Areniscas de Asá, LASS: Limos y Areniscas de Son Serralta.

Fig. 1.-Proposed correlation between the Permian and Triassic sediments of the Eastern Iberian Ranges and the Balearic Islands. Sources from articles cited in the text and data from the authors. Acronyms: BT: Tabarreña Breccias, CB: Boniches Conglomerates, LAA: Alcotas Siltstones and Sandstones, AC: Cañizar Sandstones, LAE: Esilda Siltstones and Sandstones, ALMM: Marines Sandstones and Siltstones, DL: Landete Dolomites, AMYM: Mas Clays and Gypsum, DCC: Cañete Dolomites and Limestones, ALPD: Port d'es Canonge Sandstones and Siltstones, AA: Asá Sandstones, LASS: Son Serralta Siltstones and Sandstones.

también describen una serie similar en la costa N y zona central de la isla: en discordancia angular sobre el Paleozoico (Carbonífero y Devónico) se encuentra una brecha polimíctica depositada en las depresiones del paleorrelieve y, por tanto, discontinua lateralmente, seguida de pelitas rojas que contienen niveles de arenisca hacia techo; en la hoja 647 (MAO) citan la presencia de palinomorfos de edad Pérmico superior, aunque no detallan las especies encontradas. En discordancia con este tramo se encuentran por encima dos conjuntos detríticos denominados B1 y B2 consistentes respectivamente en areniscas organizadas en cuerpos tabulares y estratificación cruzada, predominantemente planar, y en pelitas y are-

niscas en ciclos grano y estratocrecientes con niveles de caliches. Las paleocorrientes indican transporte hacia el S y SW. A techo de la unidad B1 citan la presencia de palinomorfos de edad Anisiense en la hoja 647 (MAO), aunque tampoco detallan las especies encontradas.

El estudio petrológico y sedimentológico de Rosell *et al.* (1988) caracteriza como sublitarenitas y cuarzoarenitas las areniscas pérmicas y triásicas de la isla, su origen aluvial y la presencia de una discordancia que separa las lutitas del Pérmico superior de los conglomerados y areniscas del Triásico Inferior.

Broutin *et al.* (1992) describen una rica asociación palinológica encontrada en la parte

superior de la unidad pelítica roja que tiene niveles ricos en Cu, a la que denominan "facies Saxonienenses", en dos localidades de la costa N: Cala Pilar y Cabo Caballerías. Están compuestas por *Lueckisporites virrkiaae*, *L. singhii*, *Lunatisporites cf. novicus*, *Klausipollenites schaubergeri*, *Falcisporites stabilis*, *Illinites unicus* y *Striatoabietites richteri* entre otros, de edad Thüringense. Hacen correlaciones con la isla de Mallorca y otras consideraciones estratigráficas más generales.

En la isla de Ibiza no aflora la unidad detrítica inferior.

Los espesores de las tres formaciones de la Unidad detrítica inferior varían según los diversos autores; así Ramos (1995) atribuye a

las Areniscas y Lutitas de Port d'Es Canonge un espesor de 160 m, mientras que Rodríguez-Perea *et al.* (1987) le asignan unos 250 m. En Menorca los espesores de esta unidad inferior también varían entre los 400 m (Rodríguez-Perea *et al.*, 1987) y los 500 m (ITGE, 1989a, MAO), 465 m (ITGE, 1990a, CAPMENORCA y CIUTADELL) y 600 m (ITGE, 1990b, CALAENBRUT y ALAIOR). Estas variaciones se deben probablemente al acusado paleorrelieve sobre el que se depositan. Por el contrario, los espesores de las Areniscas de Asá en Mallorca son muy parecidos, unos 100-125 m, y de unos 60 m. para las Lutitas y Areniscas de Son Serralta; en Menorca la unidad B1 tiene unos 120-150 m y la B2 entre 70 y 130 m.

La *Unidad carbonatada intermedia* o facies Muschelkalk aflora en las tres islas, aunque es difícil establecer una sucesión completa en Mallorca e Ibiza debido a la complicada estructura compresiva alpina de ambas.

La serie mejor conocida es la de la isla de Menorca, que contiene, además, la sucesión de Ammonites triásicos más rica de la Península Ibérica. Llompert *et al.* (1987) describen varios cortes de litología y espesores muy parecidos en la costa N y zona central de la isla (entre 120 y 140 m). En contacto neto con la Unidad detrítica inferior se encuentra, de base a techo:

-30 m. de dolomías con oolitos, seguidos de dolomías con mallas de algas y calizas micríticas bioturbadas, con un nivel de nódulos de sílex a techo.

-75 m. Calizas micríticas grises y margas amarillentas, con numerosas costras ferruginosas en la base. Estratificación "wavy" y "linsen" y niveles muy bioturbados.

-20 m. Dolomías finamente estratificadas con algunos nódulos de sílex y óxidos de Fe. A techo pasan a una alternancia de margas y dolomías y luego a las facies Keuper.

Los Ammonoideos han aparecido en diversos horizontes del segundo tramo, por encima del nivel de sílex, e incluyen *Israelites* cf. *ramonensis*, *Eoprotrachiceras curionii*, *Nannites mambrinus*, *N. capucinus* (asociados a las primeras *Daonellas*), *Protrachiceras ibericus*, *P. hispanicum* (asociados a las más abundantes *Daonellas*), *Posidonia wengensis*, *Iberites pradai* (con las últimas *Daonellas*), *Trachiceras aon* con *Cassianella decusata* y *Costatoria goldfussi*; todos estos fósiles caracterizan desde Ladinense inferior al límite Ladinense-Carniense, aún dentro del último nivel dolomítico.

En Mallorca existen menos datos sobre estas facies, pero, en líneas generales, la serie es comparable a la de Menorca. Virgili (1952) y Colom (1975) describen series de la costa norte compuestas por:

-Base - 17.5 m. Dolomías grises, cavernosas en la base.

-20 m. Calizas dolomíticas con nódulos de ágata a techo.

-0.5 m. Calizas margosas.

-15 m. Calizas dolomíticas grises en gruesos bancos.

-40 m. Calizas dolomíticas y margas.

-8 m. Dolomías cavernosas en tránsito a la facies Keuper.

Los datos de la cartografía oficial (ITGE, 1992 a, b) coinciden con esta sucesión, aunque citan un nivel de brechas en el lugar de los nódulos de ágata y fenómenos de "slump" en las calizas dolomíticas y margas superiores.

Aunque se han encontrado por ahora menos fósiles que en Menorca, los niveles por encima de los nódulos de ágata contienen *Daonella lommelli*, las calizas dolomíticas y margas superiores *Ceratites munsteri* y *C. atavus* y un Nautiloideo no identificado, lo que indica una edad Ladinense inferior a Ladinense superior (Longobardiense) para estos niveles, y una abundante fauna de bivalvos como *Pecten discites*, *Enantiostrea difformis*, *Gervillia costata* y *G. difformis* entre otros. Goy (1995) revisa los Ammonoideos de *C. Virgili* y los considera *Gevanites hornosianus* y *G. virgiliae* (Ladinense superior). La presencia de posibles lutitas rojas en la parte media del Muschelkalk, tanto en Menorca (ITGE, 1989, Ciutadella) como en Mallorca (Estellensh, Colom, 1975) tienen una posición tectónica dudosa y como reconocen los propios autores, se puede tratar de repeticiones del techo del Buntsandstein o de la base del Keuper.

La facies Muschelkalk de Ibiza está aún peor conocida. Rangheard (1972) le asigna unos 150 m. de espesor, con dolomías gris oscuro y porosidad fenestral en la base, seguidas de dolomías bioclásticas con estratificación cruzada; en contacto neto siguen dolomías grises bioturbadas con niveles de acumulación de bivalvos y, finalmente, calizas margosas bioturbadas. Los escasos bivalvos encontrados son del Triásico Medio-Superior.

La *Unidad pelítica-evaporítica superior* o facies Keuper de las Islas Baleares es la menos estudiada hasta ahora, dada su implicación como nivel de despegue en los cabalgamientos alpinos y a sus malas condiciones de afloramiento.

Navidad y Álvaro (1985) citan en Cala Tuent (Mallorca) un corte de facies Keuper de unos 250 m. de espesor, que subdividen en un "tramo rojo inferior" con lutitas rojas, yesos, dolomías y rocas volcánicas y volcanoclásticas (basaltos en coladas subaéreas, tobas y cineritas y espilitas) y un "tramo carbonatado superior" con dolomías, brechas, yesos, lutitas rojas y varias coladas de basaltos, también alcalinos como los de la unidad inferior. Rodríguez-Perea *et al.* (1987) describen una serie similar en Son Cabaspre y Söller.

Los datos de Ibiza y Menorca son muy escasos y no se conocen series detalladas. Es

interesante, sin embargo, que en la base del Keuper de Menorca (ITGE, 1989, Ciutadella) se ha encontrado una asociación palinológica con *Camerosporites secatus*, *Patinasporites densus*, *Duplicisporites granulatus*, *Inferno-pollenites rieberis*, *Klugerina meieri*, *Lunatisporites rhaeticus*, *Ovalipollis cultus*, *O. Lepidus*, *Paracirculina scurrilis* y *Striatoabietites balmei*, de edad Carniense inferior, mientras que en Valldemosa (Mallorca) Boutet *et al.* (1982) han encontrado en las primeras dolomías sobre las facies Keuper otra asociación palinológica compuesta por *Corollina meyeriana*, *Corollina* sp., *Granuloperculaiipollis rudis*, *Ovalipollis pseudoalatus*, *Triadispora* sp., *Tsugaepollenites pseudomasulae* y *Anapiculatisporites spiniger*, de edad Noriense. Por tanto, base y techo están bien datados.

Correlación con la Cordillera Ibérica Oriental

Los materiales pérmicos y triásicos de la Cordillera Ibérica Oriental, desde el umbral de Cueva de Hierro-Orihuela del Tremedal hasta el Mediterráneo, han sido estudiados por numerosos autores. Aquí no se pueden resumir por razones de espacio todos los trabajos, por lo que se remite a López-Gómez y Arche (1993) y López-Gómez *et al.* (1998, 2002) para detalles.

Los depósitos presentan la misma división tripartita que los de las Islas Baleares. Así, la Unidad detrítica inferior ha sido dividida en tres ciclos sedimentarios separados por discordancias angulares: el inferior o facies Autunienses, que no se ha reconocido en las Islas Baleares y parece ausente de las mismas, el medio o facies Saxonienses, que comprende las Formaciones Conglomerados de Boniches y Limos y Areniscas de Alcotas = Limos y Areniscas de Tormón (Pérez-Arlucea y Sopena, 1985) de edad Thüringense, al contener *Lueckisporites virkkiae*, *Nuskoisporites dulhuntyi* y *Falcisporites schaubergeri* entre otros palinomorfos, y que consideramos por tanto equivalentes laterales de las Areniscas y Lutitas de Port d'Es Canonge en Mallorca (Fig. 1) y del tramo de lutitas rojas con palinomorfos de edad Thüringense en Menorca, y el superior, que comprende los Conglomerados de Hoz del Gallo, las Areniscas de Rillo de Gallo = Areniscas del Cañizar y las Lutitas y Areniscas de Eslida = Nivel de Prados y Areniscas del Arandilla (Ramos, 1979), y las Arcillas, Limos y Margas de Marines a Facies Röt, que contienen en la base la misma asociación de palinomorfos thüringenses antes citadas y a techo de las A. del Cañizar *Triadispora falcata*, *T. Staplini* e *Illinites cosankei*, de edad Anisiense.

Este último ciclo, Buntsandstein s.s. puede correlacionarse de la siguiente forma: las Areniscas de Asá serían equivalentes de las formaciones Hoz del Gallo, Rillo de Gallo = Cañizar, así como del B1 de Menorca, mientras que los Limos y Areniscas de Son Serralta equivaldrían en su parte inferior a la Fm. Eslida = Nivel de Prados y Fm. Arandilla, así como a la parte inferior del B2 de Menorca, mientras que su parte superior equivaldría a la Fm. Marines y a la parte superior del B2, dado su carácter predominantemente lutítico y la identidad de palinomorfos encontrados en estos niveles en Mallorca (Son Serralta) y la Cordillera Ibérica Oriental (El Paraíso).

La facies Muschelkalk de las Islas Baleares pertenece al tipo Levantino-Balear (López-Gómez *et al.*, 1998), con sedimentación esencialmente carbonatada durante el Anisiense y Ladiniense. La regresión del Anisiense superior se manifiesta en una detención de la sedimentación marcada por el nivel de nódulos de sílex reconocido en Mallorca y Menorca y los niveles de brechas en posición idéntica en algunos cortes. Este nivel de detención o condensación sedimentaria ha sido reconocido en la zona de El Desierto de las Palmas, donde se han encontrado en él *Proarcestes* sp., *Eoprotrachiceras* sp. y *Ptychitidae* y *Arpaditidae*, todos ellos de una edad Anisiense superior-Ladiniense inferior.

Los niveles carbonatados más bajos de la serie no han sido datados en las Islas Baleares, pero como están inmediatamente debajo del nivel con nódulos de sílex deben equivaler a las capas inferiores del corte de Serra, con *Mentzelia mentzeli* y a los niveles que contiene *Schreyerites* sp. en El Molinar, de edad Anisiense superior, por tanto equivalentes a las Dolomías y Calizas de Cañete.

La parte superior de la serie carbonatada está bien datada en Menorca, con Ammonoideos de edad Ladiniense inferior a Ladiniense superior; en Mallorca la presencia de Ammonoideos del Ladiniense superior permite la correlación con niveles equivalentes del Muschelkalk superior de la zona de Boniches-Henarejos (López-Gómez *et al.*, 1998, 2002).

En resumen, el Muschelkalk de las Islas Baleares puede correlacionarse con el de tipo Levantino-Balear de la costa de Valencia y Castellón, y por tanto con el de tipo Mediterráneo que se encuentra más al interior, produciéndose un cambio lateral de las facies evaporíticas tipo sebkhá de la Fm. El Más a facies carbonatadas de lagoon-plataforma protegida. Hay que destacar que el techo de la facies Muschelkalk en las Baleares puede tener edad Carniense y que un cambio de facies similar se insinúa en la base de las facies Keuper desde la Cordillera Ibérica (facies tipo sebkhá)

hasta las Baleares (Carbonatos de lagoon-plataforma protegida).

Las facies Keuper tienen facies marinas más abiertas en las Baleares, como demuestra la presencia de numerosos niveles carbonatados en su mitad superior en Mallorca, pero las edades de base y techo, determinadas por palinomorfos, coinciden exactamente con las encontradas en la Cordillera Ibérica (López-Gómez *et al.*, 1998). De aquí se deduce que los primeros carbonatos por encima de las mismas, aún de edad Noriense superior, deben ser correlacionados con la Fm. Imón.

Evolución tectosedimentaria comparada

El análisis de la subsidencia mediante técnicas de backstripping y forward modelling (Vargas, 2001) de secciones del Este de la Cordillera Ibérica, como Gátova y Chóvar-Eslida, muestra una primera fase extensiva sinrift en el Thüringense, otra desde el Scytiense? hasta el Ladiniense superior y finalmente una fase extensional postrift que abarca el Carniense-Noriense. Las dos primeras etapas sinrift están separadas por una discordancia angular.

A falta de una reconstrucción paleogeográfica actualizada que muestre la localización de la cuenca sedimentaria en el sector balear durante el Pérmico y Triásico se puede afirmar que la evolución tectosedimentaria fue similar en ambas zonas al presentar las mismas fases evolutivas, paleocorrientes con direcciones similares y litologías y edad comparables.

Agradecimientos

Agradecemos a Carlos Sánchez y Modesto Escudero su ayuda en la delineación y reprografía respectivamente de la figura.

Los autores agradecen a Antonio Goy la información sobre diversas faunas de Ammonites de la zona estudiada y sus comentarios sobre la problemática de las faunas del Triásico Medio y Superior de la Península Ibérica.

Este trabajo es una contribución al Proyecto PB98-0488 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Bibliografía

- Banda, E., Santanach, P. (1992): *Tectonophysics*, 208, 183-202.
 Bourrouilh, R. (1973): *These, U. Paris*, 822 pp.
 Boutet, C., Rangheard, Y., Rosenthal, P., Visscher, H., Durand-Delga, M. (1982): *C. R. Acad. Sci. Paris*, 294, 1267-1270.
 Broutin, J., Ferrer, J., Gisbert, J., Nmila, A. (1992): *C. R. Acad. Sci. Paris*, 315, 117-122.
 Colom, G. (1975): *Geología de Mallorca*, Inst. Est. Baleáricos, 552 pp.

- Fontboté, J. M., Guimerá, J., Roca, E., Sabat, F., Santanach, P. (1990): *Rev. Soc. Geol. España*, 3, 249-259.
 Gelabert, B., Sabat, F., Rodríguez-Perea, A. (1992): *Tectonophysics*, 203, 167-183.
 Goy, A. (1995): *Cuad. Geol. Ibérica*, 19, 21-60.
 I.T.G.E. (1989a): *Mapa Geológico de España 1:50000 Hoja 618, Ciutadella*, 51 pp.
 I.T.G.E. (1989b): *Mapa Geológico de España 1:50000 Hoja 647, Maó*, 48 pp.
 I.T.G.E. (1990a): *Mapa Geológico de España 1:50000 Hoja 619, Ses Coves Noves*, 34 pp.
 I.T.G.E. (1990b): *Mapa Geológico de España 1:50000 Hoja 646, Alaior*, 38 pp.
 I.T.G.E. (1992, a): *Mapa Geológico de España 1:50000 Hoja 698-723, Palma*, 64 pp.
 I.T.G.E. (1992, b): *Mapa Geológico de España 1:50000 Hoja 670, Sóller*, 62 pp.
 Llompert, C., Rosell, J., Márquez-Aliaga, A., Goy, A. (1987): *Cuad. Geol. Ibérica*, 11, 323-337.
 López-Gómez, J., Arche, A. (1993): *P. P. P.*, 103, 347-361.
 López-Gómez, J., Arche, A., Calvet, F., Goy, A. (1998): *Zbl. Geol. Paläont. Teil I*, 9-10, 1033-1084.
 López-Gómez, J., Arche, A., Pérez-López, A. (2002): Permian and Triassic in: *Geology of Spain*, W. Gibbon, T. Moreno, Eds. Geological Soc. London (in press).
 Maillard, A., Mauffret, A., Watts, A. B., Pascal, G., Buhl, P. (1992): *Tectonophysics*, 203, 57-75.
 Martí, J., Mitjavilla, J., Roca, E., Aparicio, A. (1992): *Tectonophysics*, 203, 145-165.
 Navidad, M., Álvaro, M. (1985): *Bol. I.G.M.E.*, 96, 10-22.
 Pérez-Arlucea, M., Sopeña, A. (1985): *Estudios Geol.*, 41, 207-222.
 Ramos, A. (1979): *Monografías Sem. Estrat.*, 6, 1-113.
 Ramos, A. (1995): *Geol. Mag.*, 132, 435-447.
 Ramos, a., Doubinger, J. (1989): *C. R. Acad. Sci. Paris*, 309, 1089-1094.
 Rangheard, Y. (1972): *Mem. I.G.M.E.*, 82, 340 pp.
 Rehault, J. P., Boillot, G., Mauffret, A. (1984): *Marine Geol.*, 55, 447-477.
 Rodríguez-Perea, A., Ramos, E., Guerrero, L., Pomar, L., Paniello, X., Obrador, A., Martí, J. (1987): *Cuad. Geol. Ibérica*, 11, 295-321.
 Rosell, J., Arribas, J., Elízaga, E., Gómez, D. (1988): *Bol. I.G.M.E.*, 99, 71-82.
 Vargas, H. (2001): *Estudio y comparación de la subsidencia para el Pérmico y el Triásico mediante el análisis de capas independientes litosféricas en dos secciones de la Cordillera Ibérica. DEA, 1-45. Inédito.*
 Vegas, R. (1992): *Tectonophysics*, 203, 249-261.
 Virgili, C. (1952): *Mem. Com. Inst. Prov. Barcelona*, 9, 19-38.