

*El Jurásico de la Cordillera Bética:
Estado actual de conocimientos
y problemas pendientes*

*The Jurassic of the Betic Range:
State of the art and open questions*

J. A. VERA

Dpto. de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad,
18071 Granada (Email. jvera@goliat.ugr.es)

RESUMEN

Se analiza el conjunto de trabajos publicados en los últimos nueve años relacionados con el Jurásico de la Cordillera Bética, con especial interés en los que tratan de aspectos estratigráficos, sedimentológicos, paleontológicos y paleogeográficos. A partir del análisis actual de los conocimientos el autor selecciona cinco temas que pueden considerarse como aquéllos en los que presumiblemente se van a centrar las investigaciones y discusiones científicas de los próximos años. El primero de ellos es la paleobatimetría de los sedimentos pelágicos del Subbético, defendiendo el autor valores muy moderados de profundidad de depósito. El segundo es la paleoclimatología que se debe deducir a partir de análisis de los isótopos estables de oxígeno y se plantean las dificultades que ello implica en materiales de esta edad. El tercero la necesidad de realizar estudios bioestratigráficos integrados que permitan datar los materiales jurásicos de esta Cordillera con la máxima precisión biocronoestratigráfica y que hagan posible una correlación muy precisa con otras regiones. El cuarto tema es el modelo de evolución del margen continental sudibérico durante el Jurásico para el cual el autor plantea sus ideas, desarrollando un modelo de evolución desde un *rifting* intracontinental que se individualizó entre la placa ibérica y la microplaca de Alborán, que evolucionó hacia un margen continental extensivo. El quinto y último tema consiste en la reconstrucción paleogeográfica de la región durante el Jurásico, presentándose al-

gunos gráficos originales que muestran la misma en dos intervalos de tiempo diferentes.

Palabras clave: Jurásico, Cordillera Bética, Paleogeografía, Tethys, Margen continental, Subsistencia.

ABSTRACT

Works related to the Jurassic of the Betic Cordillera published in the last nine years are analysed, with particular attention paid to those papers dealing with stratigraphy, sedimentology, palaeontology and palaeogeography. Based on analysis of current knowledge, the author selects five topics most likely to be the centre of research and scientific discussion in the next few years. The first subject is the palaeobathymetry of Subbetic pelagic sediments, the author upholding very moderate depths of deposition. The second is the palaeoclimate, deduced from analyses of stable oxygen isotopes, with the problems to be expected in rocks of this age. The third topic is the need to carry out integrated biostratigraphic studies that will allow the Jurassic beds of the cordillera to be dated with the maximum biochronostratigraphic precision, thus making a very precise correlation with near areas. The fourth is the evolutionary model of the South Iberian continental margin during the Jurassic, for which the author develops a model commencing with intracontinental rifting that separated the Iberian plate and the Alboran microplate, which evolved towards an extensional (or passive) continental margin. The fifth, and last, subject is the palaeogeographic reconstruction of the region during the Jurassic, represented by original diagrams showing the area in two different periods.

Key words: Jurassic, Betic Range, Palaeogeography, Tethys, Continental margin, Subsidence.

1. INTRODUCCIÓN

En 1970 se celebraba en Vitoria el «I Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España», organizado por el Dr. D. José Ramírez del Pozo, quien nos abandonó antes de lo previsto. La conferencia inaugural, sobre el Jurásico de la Cordillera Bética, fue impartida por el firmante en nombre de un pequeño grupo de investigadores de la Universidad de Granada, que presentaron un trabajo de síntesis sobre el Jurásico de la Cordillera Bética, que fue publicado un año después (González-Donoso *et al.*, 1971).

En 1979 se celebró en Granada el «II Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España» y de nuevo el firmante pronunció la conferencia inaugural haciendo una actualización del conocimiento sobre el tema. Con

motivo de dicho congreso se publicó un libro (Azema *et al.*, 1979) en el que se incluían cinco mapas de facies y reconstrucciones paleogeográficas para otros tantos intervalos del Jurásico de la Cordillera Bética, además de una amplia ilustración de las microfacies más características. Igualmente se publicó un conjunto de 24 artículos coordinados, incluidos en el volumen 10 de la revista «Cuadernos de Geología de la Universidad de Granada» (Linares & Vera, editores, 1979) que significaron una puesta al día del conocimiento de la Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de las Zonas Externas de la Cordillera Bética.

En 1988 se celebraba en Logroño el «III Coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España» y la ponencia inaugural del mismo la presentaba el Dr. García-Hernández, colaborador del firmante, y en ella se proponía una primera interpretación de la cuenca jurásica del margen sudibérico (Prebético y Subbético) aplicando la estratigrafía secuencial del Jurásico de la Cordillera Bética, cuyo texto se publicaba un año después (García-Hernández *et al.*, 1989).

Este trabajo ha sido elaborado por expreso deseo de la organización del «IV Congreso de Jurásico de España», celebrado en Alcañiz (Teruel) en septiembre de 1997 y fue allí presentado como una conferencia invitada. El objetivo fundamental de este trabajo es hacer una revisión crítica del estado actual de conocimientos sobre el Jurásico de la Cordillera Bética, plantear los avances más recientes e interesantes en el mismo, y a partir de ello seleccionar varios temas no resueltos (problemas pendientes) que unos casos son los temas menos tratados mientras que en otros casos constituyen el centro de polémicas científicas recientes.

Puesto que no se pretende hacer una mera crónica de trabajos publicados en los últimos nueve años y un balance simple de los problemas pendientes, en este trabajo, el autor hace sus aportaciones personales y originales sobre los aspectos más controvertidos, que se tratan en el epígrafe «problemas pendientes», incluso proponiendo un modelo de evolución del margen continental sudibérico, en el que se depositaron los materiales jurásicos de las Zonas Externas de esta cordillera.

2. ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTOS SOBRE EL JURÁSICO DE LA CORDILLERA BÉTICA

Tomando como punto de partida el congreso anterior (Logroño, 1988), se analiza el conjunto de trabajos científicos publicados en los últimos nueve años relacionados directa o indirectamente con el Jurásico de la Cordillera Bética.

Se ha prestado especial atención a los trabajos que tratan sobre aspectos estratigráficos, sedimentológicos, paleontológicos y paleogeográficos del Jurásico de esta cordillera. Se incluyen, también, trabajos que abordan temas más am-

plios (p. ej., geofísicos, geodinámicos, paleotectónicos, etc.) cuando en ellos se aluden y se aportan novedades sobre el Jurásico de esta cordillera.

Del conjunto de trabajos científicos publicados (unos 90) destaca la gran diversidad de revistas internacionales (*Bull. Soc. geol. France*, *Earth Planet. Sci. Lett.*, *Eclog. geol. Helv.*, *Geobios*, *Geol. Mag.*, *Geology*, *Jour. Geol. Soc. (London)*, *Jour. Geol.*, *Jour. Struc. Geol.*, *Mar. Petrol. Geol.*, *Paleontology*, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, *Sedimentary Geology*, *Sedimentology*, *Tectonics*, *Tectonophysics* y *Terranova*) en las que se han publicado gran parte de ellos. No se incluyen en esta revisión los trabajos presentados en congresos (nacionales o internacionales), de los que solamente se cuenta con los resúmenes o las actas de los mismos. El contraste entre el elevado número de trabajos publicados, sobre el Jurásico de la Cordillera Bética, en revistas internacionales con el escaso número de trabajos presentados sobre este tema en este congreso nos debe hacer reflexionar sobre la utilidad y enfoque de estos congresos.

2.1. BREVE HISTORIA SOBRE CONOCIMIENTO DEL JURÁSICO DE LA CORDILLERA BÉTICA

Al hacer una breve revisión histórica sobre el conocimiento del Jurásico de la Cordillera Bética se pueden tomar como jalones los tres congresos anteriores sobre la Estratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de España (Vitoria, 1970; Granada, 1979; Logroño 1988) y remitir al lector a algunos trabajos previos (González-Donoso *et al.*, 1971; Linares & Vera —eds.— 1979; Azema *et al.*, 1979; García-Hernández *et al.*, 1980, 1989) que constituyeron, en cada momento, una mayor aportación global a dicho conocimiento y que, a su vez, contienen amplias referencias bibliográficas de trabajos anteriores.

2.2. AVANCES EN ASPECTOS ESTRATIGRÁFICOS Y SEDIMENTOLÓGICOS

Entre los trabajos realizados, en los últimos nueve años, merecen destacarse por su extensión y la amplitud del área a la que se refieren, tres tesis doctorales todas ellas de la mitad oriental de la Cordillera Bética (Rey, 1993; Fels, 1995; Nieto, 1996). En ellas se incluyen numerosas descripciones de secciones estratigráficas detalladas que constituyen la fuente de información más fiable de cualquier interpretación estratigráfica y paleogeográfica.

Los trabajos científicos publicados de carácter más monográfico, y relacionados con aspectos estratigráficos y sedimentológicos, se pueden agrupar en dos grandes temas: el análisis de las facies y el estudio de las discontinuidades estratigráficas.

Los trabajos relacionados con el análisis de las facies y la interpretación genética de los diferentes materiales jurásicos se han centrado esencialmente en los sedimentos pelágicos, que afloran en la Cordillera Bética, en sus dife-

rentes dominios paleogeográficos. Los rasgos sedimentológicos y estratigráficos del Jurásico del Subbético de la mitad oriental de la cordillera (provincias de Almería, Murcia y Alicante) han sido tratados en los trabajos de Rey *et al.* (1990), Andreo *et al.* (1992), Rey (1995a,b), Fels & Seyfried (1993) y Nieto *et al.* (1996a,b). Sobre la presencia de rasgos sedimentológicos que indican escasa profundidad de los sedimentos jurásicos pelágicos subbéticos tratan: Molina, Ruiz-Ortiz & Vera (1997), Molina & Vera (1996a,b, 1998), Vera & Molina (1997) y Vera *et al.* (1997). De las relaciones entre la tectónica y la sedimentación tratan especialmente los trabajos de: Molina & Ruiz-Ortiz (1990), Marques, Olóriz & Rodríguez-Tovar (1991), Nieto, Molina & Ruiz-Ortiz (1992, 1994, 1996), Reicherter (1994) y Rey (1996a,b, 1997). Sobre la ciclidad en materiales del Kimmeridgiense inferior tratan monográficamente Olóriz *et al.* (1992) y sobre turbiditas calcáreas Ruiz-Ortiz, Molina & Nieto (1996).

El reconocimiento y datación de las discontinuidades estratigráficas y de los rasgos sedimentarios y estratigráficos ligados con las mismas ha constituido otro tema al que se ha dedicado especial atención. Los aspectos concretos tratados han sido: a) las superficies endurecidas, las superficies de omisión y los estromatolitos pelágicos (Martín-Algarra & Vera, 1994; Vera & Martín-Algarra, 1994; Martín-Algarra & Sánchez-Navas, 1995), b) los diques neptúnicos (Martín-Algarra & Checa, 1990; Winterer & Sarti, 1994, 1995; Molina, Ruiz-Ortiz & Vera, 1995; Martín-Algarra & Vera, 1995), c) el paleokarst (Castro, Checa & Ruiz-Ortiz, 1990; Ruiz-Ortiz, Checa & Molina, 1990; Jiménez de Cisneros, Mas & Vera, 1990, 1991; Molina, Nieto & Ruiz-Ortiz, 1992; Jiménez de Cisneros *et al.*, 1993), d) las bauxitas (Molina, Ruiz-Ortiz & Vera, 1991) y e) sobre las silicificaciones (Bustillo *et al.*, 1996, 1997). En muchos de los trabajos citados se pretende hacer la datación precisa de la discontinuidad y la valoración del área a la que afectan estas discontinuidades, datos que constituyen la base de los estudios de una estratigrafía secuencial.

2.3. AVANCES EN ASPECTOS PALEONTOLÓGICOS (INCLUIDOS PALEOICNOLÓGICOS)

Los avances en aspectos paleontológicos consisten, esencialmente, en las nuevas precisiones sobre el amplio conocimiento previo de la bioestratigrafía y paleobiogeografía basada en los ammonites. Jiménez & Rivas (1991, 1992) analizan la bioestratigrafía de los ammonites del Toarciense, Linares & Sandoval (1990, 1992, 1993, 1996) sobre los ammonites del Aalenense y Olóriz & Rodríguez-Tovar (1992, 1993a,b, 1996, 1997), Olóriz, Rodríguez-Tovar & Marques (1992), Rodríguez-Tovar (1993) y Olóriz, Rodríguez-Tovar & Schairer (1992) sobre los ammonoideos del Kimmeridgiense.

A estos trabajos se unen de una nueva línea de estudio basada en los radiolarios (O'Dogherty *et al.*, 1989a,b; 1995, 1997) que en gran parte son tra-

bajos coordinados con estudios de ammonites pretendiendo establecer la equivalencia entre las biocronozonaciones de ambos taxones, mediante una bioestratigrafía integrada.

Algunos otros trabajos han abordado el estudio del nannoplancton (O'Dogherty *et al.*, 1989a; Aguado & Rey, 1996) mientras que otros se han ocupado de otros invertebrados y de las pistas de organismos (Rivas, Aguirre & Braga, 1997; Caracuel, Monaco & Olóriz, 1997).

2.4. ECOESTRATIGRAFÍA

Se incluyen bajo este epígrafe un conjunto de trabajos en los que los autores reconocen variaciones relativas del nivel del mar a partir del estudio paleoecológico de las asociaciones de fósiles, y con ello intentan delimitar cortejos sedimentarios. Dos tesis doctorales (Rodríguez-Tovar (1993) y Caracuel (1996), y varios trabajos (Olóriz *et al.*, 1993, 1996; Olóriz, Marques & Rodríguez-Tovar, 1991; Olóriz, Rodríguez-Tovar & Marques, 1994; Olóriz & Tavera, 1990) han sido publicados en los últimos años.

2.5. AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE MAGMATISMO JURÁSICO SUBBÉTICO

Algunos otros trabajos se han dedicado monográficamente al estudio del vulcanismo subbético, entre ellos un capítulo de la tesis doctoral de Reicherter (1994) y varios artículos en revistas científicas (Portugal *et al.*, 1995; Morata *et al.*, 1996; Vera *et al.*, 1997) en los que se abordan aspectos petrológicos y geoquímicos, incluidos los radiométricos, con los que los autores pretenden identificar los tipos de rocas, medir la edad absoluta y deducir el contexto geodinámico en el que tuvo lugar la erupción submarina de las mismas.

2.6. AVANCES EN LA GEOQUÍMICA SEDIMENTARIA

Un pequeño conjunto de trabajos recientes abordan, por primera vez, aspectos de geoquímica sedimentaria de los materiales jurásicos. La mayor parte de ellos estudian los isótopos estables de las rocas carbonatadas con el fin de reconocer el medio genético y el diagenético de las mismas (Jiménez de Cisneros, Mas & Vera, 1990, 1991; Jiménez de Cisneros *et al.*, 1993) o de reconocer los fenómenos anóxicos del Toarciense inferior (Jiménez *et al.*, 1996) que habían sido detectados previamente en otros sectores del Tethys. Otros aspectos geoquímicos abordados son los estudios de elementos traza en rocas fosfatadas jurásicas (Martín-Algarra & Sánchez-Navas, 1995) con el fin de conocer los aspectos genéticos de las mismas y el estudio de los isótopos estables en sílice

que permiten detectar fases de emersión a criterio de los autores (Bustillo *et al.*, 1996, 1997).

2.7. AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DEL TIPO DE MARGEN CONTINENTAL

Diferentes trabajos publicados, en estos últimos nueve años, referidos al margen continental sudibérico, deben ser comentados al tratar sobre los avances del conocimiento del Jurásico de la Cordillera Bética, aunque en algunos casos se trate de trabajos con unos fines mucho más amplios y donde lateralmente se trata sobre el Jurásico.

2.7.1. Datos de paleomagnetismo

Medidas de los parámetros paleomagnéticos en materiales jurásicos, tanto en rocas sedimentarias como en volcánicas intercaladas, han sido publicados desde 1989. Entre ellos se incluyen los de Osete, Freeman & Vegas (1989), Allerton *et al.* (1993), Allerton, Reicherter & Platt (1994), Platzman (1992, 1994), Platzman & Lowrie (1992) y Villalain *et al.* (1994, 1995, 1996). En ellos se analizan las variaciones en las paleodeclinaciones, con el fin de conocer los movimientos rotacionales ocurridos entre el Jurásico y la actualidad. Un grupo de estos trabajos (Villalain *et al.*, 1994, 1995, 1996) defienden la idea de que durante el Neógeno ocurrió una reimanación muy intensa, de manera que gran parte de las medidas dadas por autores anteriores pudieran corresponder a ella, y plantean la metodología necesaria para diferenciar el magnetismo remanente original (jurásico) y el adquirido en la reimanación.

2.7.2. Análisis de la subsidencia

En varios trabajos, publicados en los últimos cinco años (De Ruig, 1992; Peper & Cloetingh, 1992; Rey, 1993, 1995b, 1996b; Reicherter, 1994; Nieto, 1996) se hace el análisis geohistórico de amplios sectores de la cuenca subbética, aplicando las técnicas generalmente conocidas como *backstripping*, con lo que ponen de manifiesto, que durante el Jurásico, ocurrieron varias fases de subsidencia elevada, que se relacionan con etapas de deformación extensiva del margen continental.

2.7.3. Datos de Geología de subsuelo

Algunos trabajos hacen interpretaciones de la evolución del margen continental durante el Jurásico a partir de perfiles sísmicos de la industria petrolera.

Uno de ellos es el trabajo de Blankenship (1992, 1993) en el que a partir de algunos perfiles sísmicos propone un modelo para la cuenca subbética que ha sido replicado por sus contradicciones con los datos de campo (Molina & Ruiz-Ortiz, 1993; Sanz de Galdeano *et al.*, 1993) y con el modelo anterior (García-Hernández *et al.*, 1980). Martínez del Olmo (1996) a partir de múltiples perfiles sísmicos intenta delimitar las secuencias deposicionales del Jurásico en el Prebético y en el Golfo de Valencia. Flinch, Bally & Wu (1996) a partir de algunos perfiles sísmicos sugieren la idea de que el margen podría compararse al del Golfo de México, por la presencia de masas salinas en ambos márgenes.

Van der Beek & Cloetingh (1992) a partir de datos gravimétricos deducen que la discontinuidad de Mohorovicic está a profundidades de 35-40 km en la cordillera y de 15-17 en el mar de Alborán adyacente. A partir de perfiles sísmicos profundos Banda *et al.* (1993) ponen de manifiesto que la corteza continental se adelgaza en los límites del mar de Alborán, pasando de espesores superiores a 35 km a valores de tan sólo 15 km. Finalmente, Galindo-Zaldivar *et al.* (1997) a partir de datos geofísicos diversos y, especialmente, del estudio de los perfiles sísmicos profundos ESCIBETICAS 1 y 2 han constatado variaciones notables en la profundidad de la discontinuidad de Mohorovicic en la Cordillera (35 km) y en el mar de Alborán adyacente (15 km), con lo que proponen que el basamento hercínico del paleomargen continental sudibérico llegase, justamente, hasta el sector donde ocurre este cambio.

3. PROBLEMAS PENDIENTES

A partir del análisis crítico de la bibliografía sobre el Jurásico de la Cordillera Bética se pueden seleccionar algunos temas que presumiblemente serán los que se traten con carácter preferente, o serán objeto de debate científico, en los próximos años

3.1. PALEOBATIMETRÍA

Uno de los temas de mayor interés que ya es objeto de un debate científico es el de la paleobatimetría de los sedimentos pelágicos jurásicos de este margen continental y de otros márgenes continentales alpinos afines. El problema es bastante complejo dada la falta generalizada de evidencias directas (sedimentológicas o paleoecológicas) que permitan valorar con precisión la profundidad de depósito. Dos posturas extremas se han puesto de manifiesto recientemente en una polémica científica: una que defiende grandes valores de esta profundidad de depósito (Winterer & Sarti, 1994, 1995) y otra que considera que la batimetría de los sedimentos pelágicos, durante todo el Jurásico en este margen, fue relativamente somera (Martín-Algarra & Vera, 1995; Molina *et al.*, 1995). La búsqueda de criterios paleobatimétricos es actualmente, y previsiblemente lo

seguirá siendo en los años venideros, un tema de investigación preferente. La presencia de superficies de paleokarst que indican emersiones temporales y la presencia de niveles de calcilimolitas o calcarenitas con estructuras sedimentarias formadas por tormentas (estratificación cruzada de tipo *hummocky*) en los materiales pelágicos del Jurásico del Subbético son dos de los argumentos esenciales en los que se basan, actualmente, las interpretaciones en favor de escasa profundidad del depósito. Los estudios sobre isótopos estables tanto en carbonatos (Jiménez de Cisneros *et al.*, 1991, 1993) como en rocas silíceas (Bustillo *et al.*, 1996, 1997) pueden servir, además, para detectar la influencia de aguas meteóricas en relieves que han sufrido emersiones temporales.

3.2. PALEOCLIMATOLOGÍA

Se plantea la necesidad de realizar estudios monográficos que conlleven a la estimación de los cambios climáticos y en su caso a la medida de las paleotemperaturas durante el Jurásico en la Cordillera Bética. Un primera aproximación se puede llegar hacer a partir de los factores paleoecológicos que regulan la distribución de los organismos fósiles, en especial de los bentónicos. Con estos datos se han reconstruido las paleolatitudes en algunos mapas paleogeográficos (p.ej. Dercourt, Ricou & Vrielynck, 1993).

La metodología más fiable disponible en la actualidad para medir paleotemperaturas consiste en el estudio de isótopos estables de oxígeno, en secciones estratigráficas con un detallado control bioestratigráfico. Los primeros intentos (Jiménez *et al.*, 1996) ponen de manifiesto alteraciones de las razones isotópicas originales por el efecto de transformaciones postdeposicionales, por lo que hay que poner en duda los valores absolutos de paleotemperaturas obtenidos. Trabajos análogos en otros contextos para materiales de la misma edad apuntan a que los cambios postdeposicionales han sido de la misma magnitud en el conjunto de materiales por lo que los valores relativos pasan a tener un gran valor y permitirán elaborar curvas de variaciones de paleotemperaturas precisas, comparables con las que se están elaborando para otros márgenes continentales.

3.3. BIOESTRATIGRAFÍA INTEGRADA

Los sedimentos pelágicos jurásicos de la Cordillera Bética presentan un alto contenido en ammonoideos y ello ha permitido elaborar escalas bioestratigráficas regionales muy detalladas que a su vez se han correlacionado con las escalas análogas de otras regiones (ver trabajos en: Linares & Vera —eds.—, 1979). Los trabajos de bioestratigrafía integrada, esto es, aquéllos en los que analizan simultáneamente biohorizontes de diferentes taxones, por el momento son muy escasos (O'Dogherty *et al.*, 1989a, 1995), aunque se puede afirmar que

la bioestratigrafía integrada en los sedimentos jurásicos pelágicos, combinando los datos de ammonoideos, radiolarios y nannoplancton, permitirán, sin duda, establecer una tabla biocronoestratigráfica de la máxima precisión, que facilite la datación en secciones estratigráficas con ausencia de algunos de estos taxones y permita la correlación precisa con secciones estratigráficas de otras regiones.

Se plantea igualmente la necesidad de utilizar todos los datos bioestratigráficos disponibles para las dataciones más precisas posibles en materiales marinos de aguas someras. Se trata de la mayoría del Jurásico del Prebético, el Lias inferior (Hettangiense-Sinemuriense-Carixiense) representado por la Formación Gavilán del Subbético y por las formaciones Camarena y Jabalcuz (Dogger) del Subbético y Unidades Intermedias, respectivamente. Estos materiales presentan problemas para su datación debido a la falta de fósiles con gran valor biocronoestratigráfico que en todo caso suministran un grado de precisión biocronoestratigráfica muy bajo comparado con el alcanzado para los mismos intervalos de tiempo con los ammonoideos en los sedimentos pelágicos de esta misma cordillera.

3.4. EVOLUCIÓN DEL MARGEN CONTINENTAL

La sedimentación durante el Jurásico ocurrió muy mayoritariamente en el margen continental sudibérico, ubicado al sur y sureste de la Placa Ibérica, y correspondiente al extremo occidental del Tethys durante este período. Los materiales depositados en dicho margen son los que constituyen actualmente las Zonas Externas de la Cordillera (Prebético y Subbético) que están despegados de su substrato e intensamente deformados. En la microplaca de Alborán (o Bloque de Alborán, o bloque sudsardo o bloque mesomediterráneo, según los autores), área cortical de la que proceden las Zonas Internas, los depósitos durante el Jurásico se limitaron a alguna de las unidades (Maláguide) y con muy escasa representación.

Uno de los temas que mayor interés presenta en el conocimiento del Jurásico de la Cordillera Bética es el tipo al que correspondería este margen continental sudibérico y la evolución del mismo. Hay un acuerdo relativamente amplio (García-Hernández *et al.*, 1980, 1989; Martín-Algarra, 1987; Vera, 1988; Banda, *et al.*, 1993; Sanz de Galdeano, 1997; entre otros) para considerar que se trata de un margen continental de tipo pasivo, que se inició con una fase de *rifting* intracontinental durante el Pliensbaquiense que llevó a la diferenciación en dominios paleogeográficos en el citado margen continental y al inicio de la sedimentación pelágica en el Subbético, a partir del Domeñense basal. El margen continental propiamente dicho se inició cuando se formó una banda de corteza oceánica, lo que ocurrió hacia el inicio del Calloviense (Vera, 1988), de manera que durante el Jurásico Superior y Cretácico, se puede considerar como un margen pasivo con nuevas etapas de *rifting*. La corteza oceánica actualmente no aflora en ningún sector debido a los procesos

posteriores de subducción (durante el Paleógeno) y colisión continental (durante el Mioceno).

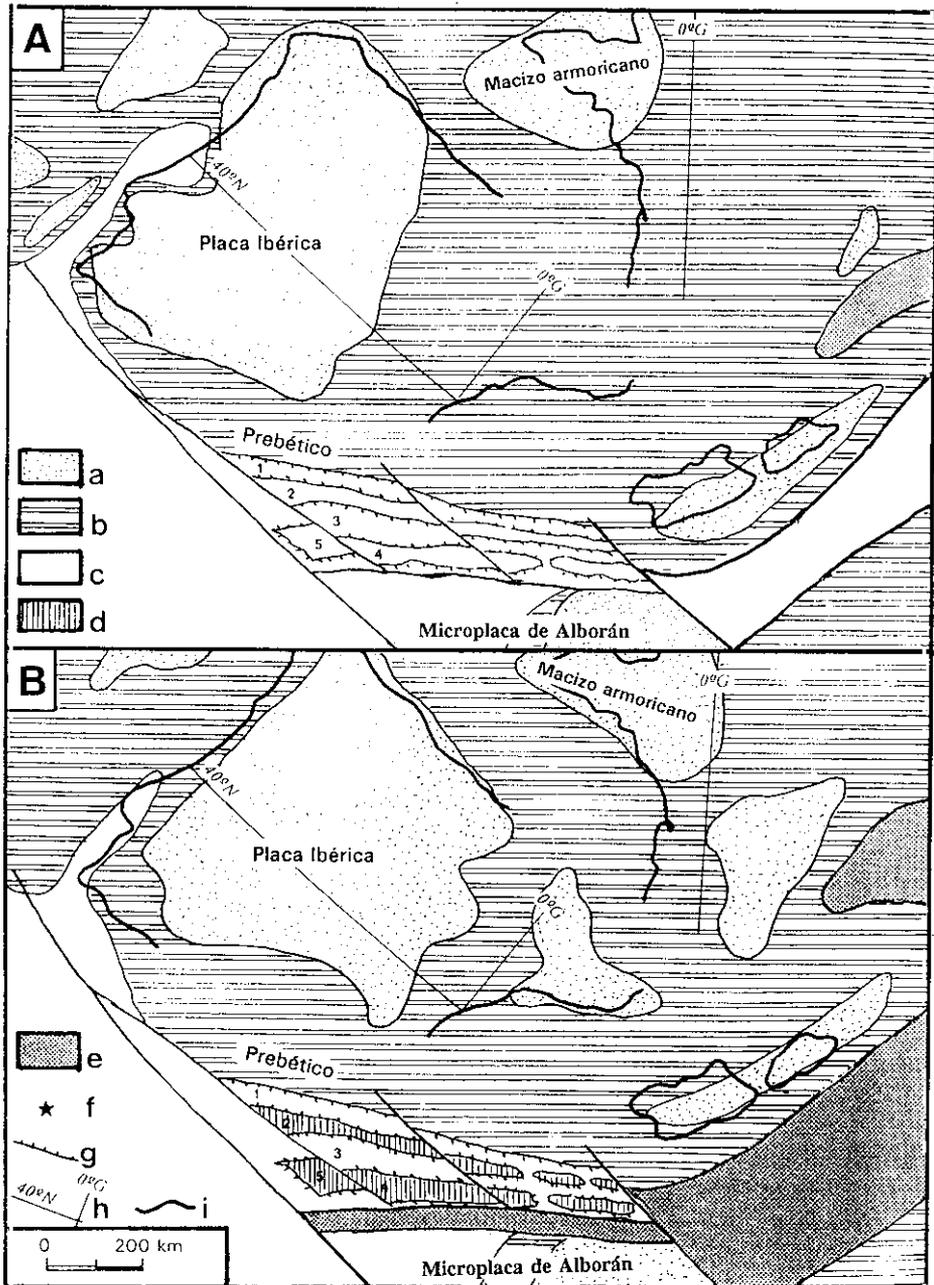
Algunos autores (Blankenship, 1992; Fels & Seyfried, 1993; Flinch *et al.*, 1996) han propuesto modelos de evolución del margen continental parcialmente diferentes del anterior y han provocado discusiones científicas que sin duda llevarán en un futuro próximo a perfilar y precisar el modelo de evolución de este margen continental sudibérico o, en su caso, a modificarlo.

3.5. PALEOGEOGRAFÍA

La ubicación del margen continental sudibérico en relación con las placas Ibérica, Europea, Africana y la microplaca de Alborán es un tema del mayor interés y que presenta dificultades debido a la necesidad de realizar reconstrucciones palinspásticas a veces muy complejas y basadas en datos de interpretación problemática. No obstante el avance en el conocimiento del paleomagnetismo (Osete, Freeman & Vegas, 1989; Allerton *et al.*, 1993; Allerton, Reicherter & Platt, 1994; Platzman, 1992, 1994; Platzman & Lowrie, 1992; Villalain *et al.*, 1994, 1995, 1996) en materiales de diferentes edades en las diversas placas citadas ha permitido reconstruir la posición relativa de las mismas en intervalos de tiempo sucesivos facilitando con ello las interpretaciones.

La representación en mapas de la distribución de los diferentes dominios paleogeográficos del margen continental sudibérico durante el Jurásico ha sido el tema paleogeográfico esencial. Un primer conjunto de mapas de facies y paleogeográficos fue presentado por Azema *et al.* (1979) y posteriormente se han publicado conjuntos de mapas para el margen sudibérico (Martín-Algarra, 1987; Sanz de Galdeano, 1997) incluida su relación con la microplaca de Alborán y para el Tethys incluyendo esta región (Dercourt *et al.*, 1993; y versiones anteriores citadas en el mismo). Toda interpretación paleogeográfica de una región tectónicamente compleja como es la Cordillera Bética conlleva una parte especulativa, ya que se trata de hipótesis de interpretación de la distribución de medios sedimentarios y dominios paleogeográficos elaboradas a partir de los datos disponibles, que son materiales muy deformados en los que previamente, como se acaba de decir, hay que reconstruir la posición originaria (reconstrucción palinspástica). Los datos procedentes del subsuelo (en especial los perfiles sísmicos y los sondeos profundos) contribuirán, sin duda, al mejor conocimiento de la geometría actual de los materiales, lo que a su vez facilitará las reconstrucciones palinspásticas y paleogeográficas con un mayor grado de fiabilidad.

En la figura 1 se incluyen dos mapas palinspástico-paleogeográficos originales elaborados por el autor muy recientemente con motivo de su colaboración con el proyecto 369 del Programa Internacional de Correlación Geológica - PICG- (*IGCP project 369: Comparative Evolution of Peri-Tethyan Rift Basins*) contando con todos los datos previos publicados, en especial los citados en el párrafo anterior.



El primero de ellos (Fig. 1A) corresponde al Toarciense, o sea, a la etapa inmediatamente posterior a la fase principal de *rifting* intracontinental que originó la diferenciación en dominios paleogeográficos en este margen continental, quedando de un lado el gran dominio en el que siguió la sedimentación marina somera (Prebético) y de otro el gran dominio en el que tuvo lugar la sedimentación pelágica sobre una corteza continental adelgazada. Dentro del segundo gran dominio (Subbético *sensu lato*) se diferencian a su vez dominios paleogeográficos de rango menor (Dominio Intermedio, Subbético Externo, Subbético Medio y Subbético Interno, más localmente el Penibético, ver figura 1) que corresponden a sectores con diferente grado de subsidencia. En amplios sectores de los dominios menos subsidentes (p. ej. Subbético Interno) no hubo depósito mientras que en el resto de la cuenca subbética las facies fueron relativamente uniformes (Fm. Zegrí) aunque con valores de espesores diversos, debido a una tendencia de la sedimentación a nivelar las desigualdades del fondo.

El segundo de ellos (Fig. 1B) corresponde al Oxfordiense, intervalo de tiempo en el que el margen continental sudibérico presenta una diferenciación paleogeográfica muy característica. Por una parte, el gran dominio paleogeográfico con depósito de sedimentos propios de plataforma marina de aguas someras (Prebético) continuación de las plataformas pericontinentales que rodeaban al macizo ibérico (entre ellos la Cadena Ibérica), con los que presentan similitud de facies. Por otra parte, el segundo gran dominio paleogeográfico (Subbético *s.l.*) en el que se depositaron sedimentos pelágicos, con fuertes variaciones de facies y potencias entre surcos y umbrales. En los surcos, o sea, en las áreas más subsidentes, se depositaron facies radiolaríticas, margosas y ritmita de calizas/margas. En los umbrales dominan las facies condensadas, en especial la facies Ammonitico Rosso, con potencias muy inferiores a las de los surcos y, por tanto, con tasas de sedimentación muy reducidas.

FIGURA 1.—Reconstrucciones paleogeográficas y palinspásticas del margen continental sudibérico: A.- Durante el Toarciense (hace 186-179 Ma); B.- Durante el Oxfordiense (hace 152-146 Ma). Leyenda: a.- Continentes. b.- Sedimentación marina de aguas someras (mares epicontinentales). c.- Sedimentos pelágicos sobre corteza continental adelgazada. d.- Sedimentos de umbrales pelágicos (facies condensadas, incluyendo el Ammonitico Rosso). e.- Sedimentos pelágicos sobre corteza oceánica. f.- Vulcanismo. g.- Fallas normales. h.- Posición actual del paralelo 40°N y del meridiano de Greenwich. i.- Línea de costa actual. Números dentro de ambos mapas: 1.- Dominio Intermedio; 2.- Subbético Externo; 3.- Subbético Medio; 4.- Subbético Interno; 5.- Penibético.

FIGURE 1.—Palaeogeographic and palinspastic reconstructions of the Southern Iberian Continental Palaeomargin: A.- During the Toarcian (186-179 Ma ago); B.- During the Oxfordian (152-146 Ma ago). Key: a.- Continent. b.- Shallow sea-water sedimentation (epicontinental seas). c.- Pelagic sediments on thinned continental crust. d.- Sediments of pelagic troughs (condensed facies, including Ammonitico Rosso). e.- Pelagic sediments on oceanic crust. f.- Vulcanism. g.- Normal faults. h.- Recent location of parallel 40°N and the Greenwich meridian. i.- Recent coastline. Key of numbers in both maps: 1.- Intermedian Domain; 2.- External Subbetic; 3.- Median Subbetic; 4.- Internal Subbetic; 5.- Penibetic.

En ambas figuras (1A y 1B) la posición relativa de la Placa Ibérica con respecto a la Placa Europea es la deducida por los datos del paleomagnetismo de diferentes autores y coincide con la propuesta por Dercourt *et al.* (1993). Debe constatarse que en ambos mapas (figs. 1A y 1B) la posición de Iberia está girada con respecto a Europa, ya que no se había abierto aún el Golfo de Vizcaya. Esta apertura tuvo lugar esencialmente durante el Aptiense-Albionense, ocasionando un significativo giro antihorario de Iberia con respecto a Europa.

4. PROPUESTA DE UN MODELO INTEGRADO DE EVOLUCIÓN DE MARGEN

En un trabajo previo (Azema *et al.*, 1979) se presentó un conjunto de mapas de facies y mapas paleogeográfico-palinspásticos. En ellos se mostraba la evolución de la cuenca desde una etapa inicial con depósito de carbonatos de facies relativamente homogéneas (Fm. Gavilán, Hettangiense-Sinemuriense-Carixiense) hasta las etapas en las que la diferenciación en la cuenca era máxima con la individualización de un gran dominio paleogeográfico adyacente al continente y con facies de medios marinos de aguas someras (Prebético) y otro gran dominio paleogeográfico con depósito de las facies pelágicas (Subbético s.l., incluido el Dominio Intermedio), así como la subdivisión de éste último en subdominios en función de la tasa de subsidencia, de la distribución de facies y la ubicación de los mismo en el propio margen continental.

En otro trabajo previo (Vera, 1988) se proponía un modelo integrado de evolución del margen continental que correspondería a la de un margen pasivo (expansivo) con algunas fallas transformantes que lo afectaban. La fase principal de *rifting* que se inició en el Carixiense produjo la diferenciación en los dominios paleogeográficos antes aludidos, que se alargaban paralelamente al margen pero que también cambiaban en sentido lateral, especialmente como consecuencia de la compartimentación debida a las fallas transformantes. En una revisión del modelo posterior (Vera, 1994, pag. 715-717) se perfiló este modelo y se propuso el nombre de «margen continental de tipo alpino» para el tipo de margen continental pasivo en el que entre la corteza continental sin adelgazar y la corteza oceánica se intercala una franja de varios centenares de kilómetros de anchura con corteza continental adelgazada y fallada. En los dos últimos trabajos citados (Vera, 1988, 1994) se insistía en la idea de que el depósito tendió a rellenar las áreas deprimidas originadas por las fallas lítricas, por lo que se formaron cuerpos sedimentarios en forma de cuña.

En la figura 2 se propone un modelo renovado de evolución del margen continental sudibérico, elaborado aplicando los modelos de cuencas formadas por expansión desarrollados en los últimos quince años (ver revisión de los mismos en: Vera, 1994, capítulo 22).

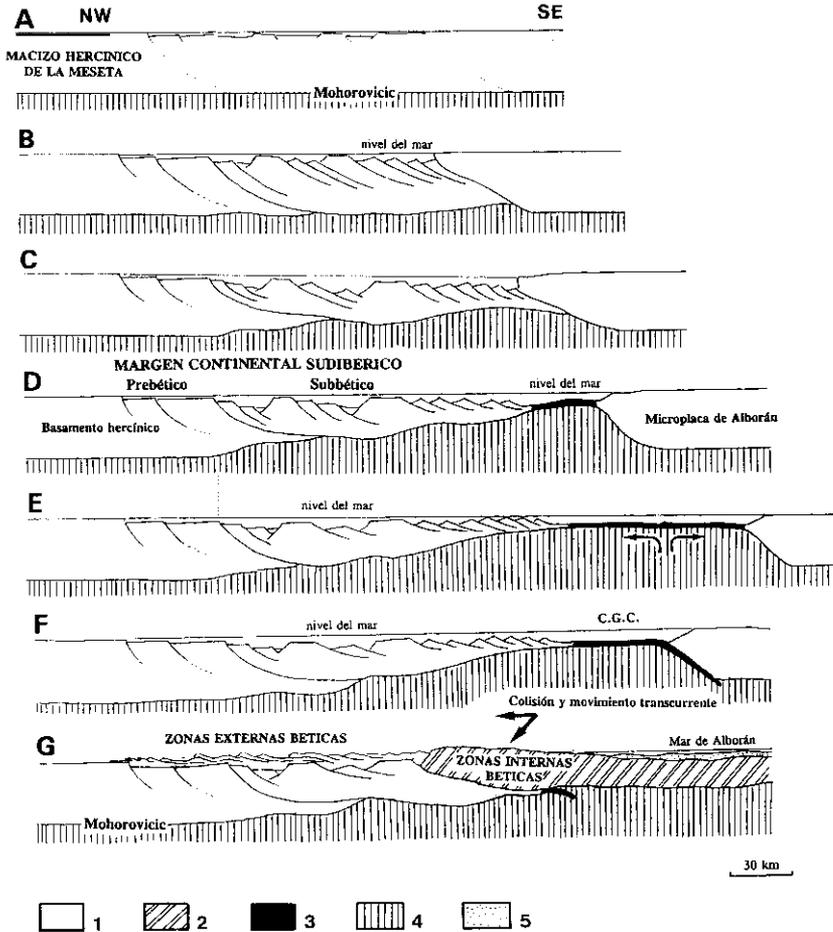


FIGURA 2.—Modelo de evolución del margen continental sudibérico. A.- Etapa *pre-rift* (Triásico-Liásico predomeriense). B.- Inicio de la etapa principal de *rifting* intracontinental (Domeriense-Toarciense). C.- Fase de *rifting* (Dogger). D.- Inicio de la etapa de deriva (Malm). E.- Etapa de expansión oceánica (Cretácico). F.- Etapa de margen continental convergente (Paleógeno-Mioceno basal). G.- Etapa de colisión (final del Mioceno inferior). Leyenda: 1.- Corteza continental, incluyendo el basamento hercínico de las Zonas Externas Béticas. 2.- Terreno alóctono (Zonas Internas Béticas, procedentes del bloque de Alborán). 3.- Corteza oceánica. 4.- Manto. 5.- Sedimentos neógenos bajo el mar de Alborán. C.G.C.- Área de depósito de las unidades del Complejo del Campo de Gibraltar.

FIGURE 2.—Evolutionary model of the Southern Iberian Continental Palaeomargin. A.- Prerift phase (Triassic and pre-Domerian Liassic). B.- Beginning of main phase of intracontinental rifting (Domerian-Toarcian). C.- Intracontinental rifting (Dogger). D.- Beginning of drifting phase (Malm). E.- Phase of oceanic spreading (Cretaceous). F.- Phase of the convergent margin (Palaeogene - earliest Miocene). G.- Phase of collision (latest early Miocene). Legend: 1.- Continental crust (including the Hercynian basement of the Betic External Zones). 2.- Allochthonous terrane (Betic Internal Zones, becoming from Alboran Block). 3.- Oceanic crust. 4.- Mantle. 5.- Neogene sediments of the Alboran sea. C.G.C.- Depositional area of the Campo de Gibraltar.

Se parte de una situación inicial (Fig. 2A) en la que la corteza continental tendría un espesor de unos treinta y cinco kilómetros, similar a la que tiene en el Macizo Ibérico, y a la que está actualmente la discontinuidad de Mohorovicic bajo gran parte de la Cordillera Bética. En este bloque continental único empezaron a actuar algunas fracturas (fallas lítricas) iniciándose una primera fase de *rifting* intracontinental (también considerada como de *prerifting*, Vera, 1988) en el espacio de acomodación dejado por los bloques hundidos por las fallas fue rellenado por sedimentos continentales o marinos muy someros del Triásico y del Lías infradomeriense.

Una segunda etapa (Fig. 2B) corresponde a la parte inicial de la fase principal del *rifting* intracontinental, marcada por el inicio de una expansión notable, ocurrió durante el Pliensbaquiense (próximo al límite entre el Carixiense y el Domeriense). Con ella empezó el depósito de las facies pelágicas en el amplio sector que se individualizó sobre una corteza continental adelgazada (Subbético *sensu lato*) y, también, se inició la compartimentación de este dominio paleogeográfico en dominios de rango menor, con diferente tasa de subsidencia.

La tercera etapa (Fig. 2C) corresponde al Jurásico medio (Dogger) y en ella progresa el propio *rifting* intracontinental, aumentando la extensión cortical con el consiguiente adelgazamiento de la corteza continental bajo el Subbético *sensu lato*. La sedimentación tiende a nivelar, al menos parcialmente, las desigualdades del fondo, llegando a depositarse facies carbonatadas de plataformas marinas de aguas muy someras (Fm. Camarena y Fm. Jabalcuz) sobre facies pelágicas, con dispositivos claros de somerización.

La cuarta etapa (Fig. 2D) quedaría marcada por un nuevo aumento de la extensión cortical y la aparición de corteza oceánica en la parte meridional del margen continental sudibérico, junto a la placa adyacente por el SE (microplaca de Alborán o Bloque Sudsardo o Bloque Mesomediterráneo, según los autores). La falta de afloramientos de esta corteza oceánica impide mayores precisiones sobre el inicio de esta fase. Se mantienen los argumentos de Vera (1988) para pensar que el inicio de esta fase ocurrió con el final del Jurásico medio (Dogger) o el inicio del Jurásico superior (Malm). Durante el Malm la diferenciación en surcos (áreas subsidentes) y umbrales (áreas menos subsidentes) fue más acusada, lo que controló la distribución de facies y tasas de sedimentación. Trabajos recientes (Vera & Molina, 1998) reconocen, en algunos de los surcos, secuencias y megasecuencias de somerización, que en su parte más alta incluyen facies marinas muy someras, con lo que una vez más se pone de manifiesto la tendencia de la sedimentación a nivelar el fondo, haciendo desaparecer (o disminuir) las desigualdades batimétricas producidas por la fracturación.

La quinta etapa (Fig. 2E) corresponde a la de expansión oceánica, duró casi todo el Cretácico y en ella la sedimentación es más uniforme que en las etapas anteriores, ya que se diferencian solamente tres grandes dominios de facies: a) el Prebético con dominio de las facies de medios marinos de aguas someras o de medios costeros; b) El Dominio Intermedio, surco adyacente al Prebético,

con dominio de las turbiditas terrígenas en el Cretácico inferior; c) el resto del Subbético s.l. con dominio de las facies pelágicas, en el que solamente destacan algunos sectores de fondos elevados sin sedimentación (p.ej. Penibético).

La sexta etapa (Fig. 2F) corresponde a la de un margen convergente, en la cual se inició y se produjo una subducción de la corteza oceánica por debajo de la placa suroriental (microplaca de Alborán), a la vez que se que ocasionaron importantes deformaciones internas en la dicha placa produciéndose, en gran parte, la compleja estructuración de la misma, similar a la que actualmente muestran las Zonas Internas de la Cordillera Bética (ver detalles en Sanz de Galdeano, 1997). Esta etapa pudo iniciarse hacia el final del Cretácico y comprende todo el Paleógeno.

La séptima etapa (Fig. 2G) es aquélla en la que se produjo la colisión continente-continente, en un movimiento complejo en el que se combinaron desplazamientos hacia el NW debidos a la propia colisión continental y desplazamientos de gran magnitud hacia el oeste por acción de fallas de salto en dirección. Este movimiento complejo fue producido por el empuje ocasionado por la formación de una nueva cuenca oceánica (Argelo-Provenzal) que dio lugar a la rotación antihoraria de Córcega y Cerdeña hasta ocupar su posición actual y a la apertura del mar de Alborán con la consiguiente expulsión de los materiales del Dominio de Alborán (materiales de la microplaca de Alborán ya estructurados) hacia el margen continental sudibérico y hacia el margen africano, los cuales pasan a constituir las Zonas Internas de la Cordillera Bética y de las cadenas norteafricanas, respectivamente. La colisión (final del Mioceno inferior) y el desplazamiento hacia el oeste, durante el Mioceno medio, ocasionaron la intensa deformación y despegue del sustrato de los materiales previamente depositados en el margen continental sudibérico, con lo que se forman las actuales Zonas Externas de la Cordillera Bética, las cuales quedan emergidas y sometidas a erosión a partir del Mioceno superior.

En las fases de evolución del margen continental sudibérico, durante el Jurásico, una vez iniciado el *rifting*, se producen en varias ocasiones fenómenos que permiten plantear un modelo de evolución sedimentaria peculiar (Fig. 3) que podría ser aplicado a otros márgenes continentales de dominios alpinos durante el Jurásico. Se trata de la sedimentación en los semigrábenes que se forman en las fases de expansión, por efectos de las fallas lístricas, y la tendencia a rellenarse por sedimentos hasta su colmatación, con la consiguiente nivelación del fondo marino.

En un semigraben en la fase inicial de su relleno se depositaron simultáneamente los materiales más someros y los más profundos (Fig. 3B), en la parte más elevada y más hundida, respectivamente, del bloque basculado. En numerosos casos la parte más elevada del bloque basculado puede quedar emergida y pueden producirse en ella fenómenos de karstificación. La repetición de estos fenómenos a lo largo del Jurásico permite incluso la formación de un paleokarst polifásico (Molina, Ruiz-Ortiz & Vera, datos inéditos).

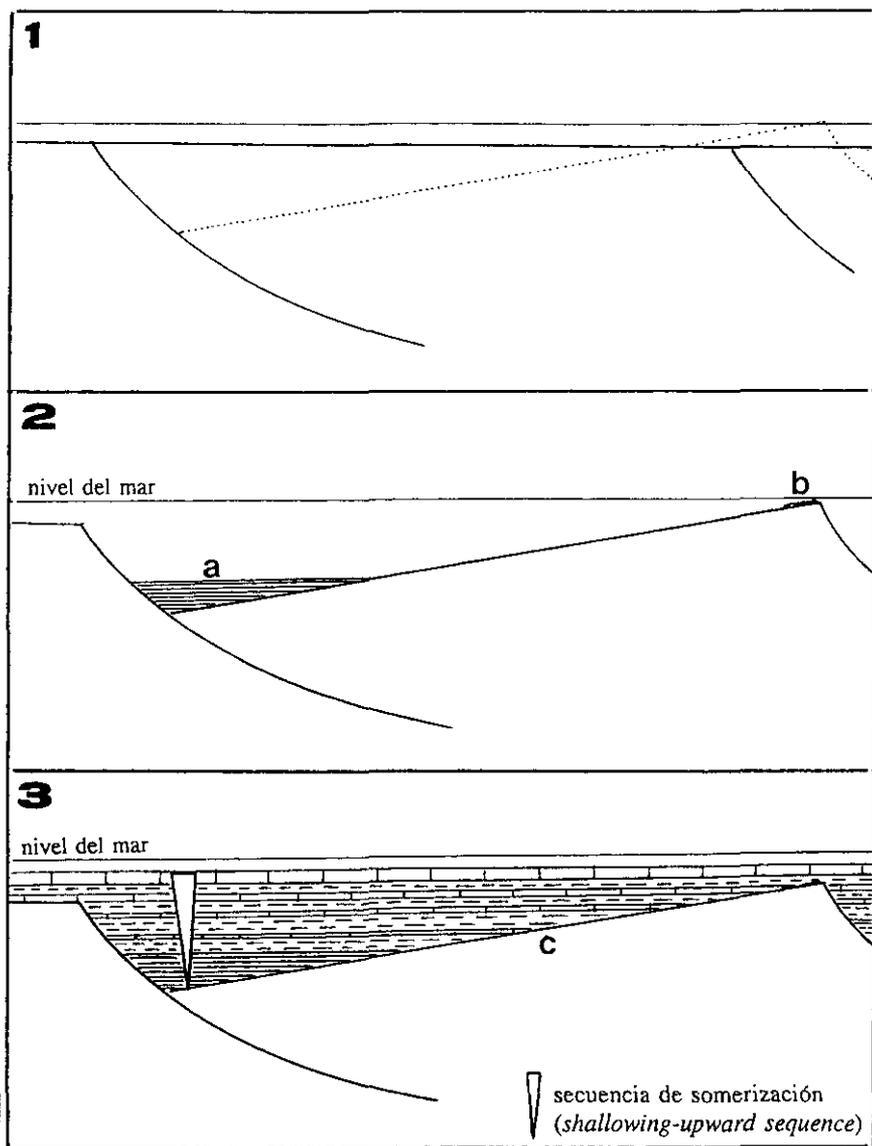


FIGURA 3.—Modelo propuesto de evolución sedimentaria de un semigraben. 1.- Etapa previa a la formación del semigraben. 2.- Fase inicial del semigraben (a.- facies más profundas, b.- facies más someras, localmente con emersión temporal y karstificación). 3.- Colmatación del semigraben con secuencias de somerización (c.- solapamientos expansivos).

FIGURE 3.—Proposed model for the sedimentary evolution of a half-graben. 1.- Stage prior to the formation of the half-graben. 2.- Initial phase of half-graben (a.- deeper facies, b.- shallower facies, with local and temporary emergence and karstification). 3.- Filling of the half-graben with shallowing-upward sequences (c.- onlaps).

El basculamiento de bloques produce, simultáneamente, profundizaciones y somerizaciones, en distintos sectores de la cuenca (p.ej. Rey, 1995b, Nieto, 1996) lo que dificulta gravemente la aplicación de los métodos usuales para el reconocimiento de cambios relativos del nivel del mar que pudieran haber afectado al conjunto de la cuenca, por lo que hay dificultades graves para reconocer cambios eustáticos y, en definitiva, para aplicar los métodos usuales de la estratigrafía secuencial en estos materiales pelágicos del Subbético.

El fenómeno sedimentario posiblemente más interesante en el modelo de semigraben que se propone para el Jurásico de la Cordillera Bética (Fig. 3) es el depósito de secuencias de somerización que tienen su máximo desarrollo en las partes más profundas del semigraben y que expresan el relleno progresivo del propio semigraben, hasta la nivelación. En numerosos casos se trata de megasecuencias de algunos centenares de metros (Vera & Molina, 1998) que comprenden materiales pelágicos (incluidas las facies radiolaríticas) en la base, materiales con niveles de calcilimolitas con estructuras de tormentas (estratificación cruzada de tipo *hummocky*) en la parte media y calizas oolíticas de medios marinos de aguas someras hacia el techo.

Este modelo permite explicar la existencia de materiales marinos someros intercalados entre sedimentos pelágicos, como es el caso de la Formación Jabalcuz (Dogger, Dominio Intermedio) y Formación Camarena (Dogger de algunos sectores del Subbético Externo y del Subbético Interno). Explica igualmente los cambios bruscos de potencia entre materiales de una misma formación en sectores relativamente cercanos entre sí.

La existencia de estas secuencias de somerización constituye, a su vez, un argumento fundamental para pensar que la batimetría del depósito de los sedimentos pelágicos (incluidas las facies radiolaríticas, O'Dogherty *et al.*, 1997) del Jurásico subbético fue en general escasa, apenas superando los valores de los saltos de las fallas que limitan los semigrabenes, que podrían ser de algunos centenares de metros.

La fracturación repetitiva en las fases extensivas del margen continental hace que se formen semigrabenes sobre materiales pelágicos, lo que explica las frecuentes lagunas estratigráficas que se detectan en los materiales pelágicos subbéticos y que corresponderían a los solapamientos expansivos (c de la Fig. 3.3) del modelo presentado.

AGRADECIMIENTOS

Quiero mostrar mi agradecimiento a aquellas personas con las que he trabajado en colaboración y con las que he publicado algún (o algunos) trabajo (o trabajos) sobre el Jurásico de la Cordillera Bética, los Dres: B. Andreo, J. Azema, F. Bea, J. C. Braga, M. C. Comas, C. J. Dabrio, F. Delgado, A. Foucault, E. Fourcade, M. García-Hernández, J. M. González-Donoso, A.P. Jiménez, C. Jiménez de Cisneros, A. Linares, D. Linares, A. C.López-Garrido, A. Martín-Algarra, J. R. Mas, P. Montero, J. M. Molina, L. M. Nieto, L. O'Dogherty, M. Ortega-Huertas, I. Palomo, Y.Peyre, J. Rey, P. Rivas, P.A. Ruiz-Ortiz, J. Sandoval y C. Sanz de Galdeano. Mi experiencia de trabajo conjunto con ellos a lo largo de más de treinta

años, con muy diferente asiduidad según el caso, las jornadas de campo compartidas y las discusiones científicas sostenidas, en sus más diferentes campos de especialización, me han permitido alcanzar el grado de conocimiento actual sobre el Jurásico de la Cordillera Bética.

Este trabajo constituye una parte de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación PB93-1150 financiado por la DGICYT y en el grupo de investigación 4135 de la Junta de Andalucía, organismos a los que se agradece la ayuda prestada.

REFERENCIAS

- AGUADO, R. & REY, J. (1996): «Consideraciones sobre la edad del techo de las calizas oolíticas del Jurásico medio del Subbético Interno oriental (Cordilleras Béticas)». *Geogaceta*, 20 (1): 35-38.
- ALLERTON, S., LONERGAN, L., PLATT, J. P., PLATZMAN, E. S. & MCCLELLAND, E. (1993): «Palaeomagnetic rotations in the eastern Betic Cordillera, southern Spain». *Earth and Planetary Science Letters*, 119: 225-241.
- ALLERTON, S., REICHERTER, K. & PLATT, J. P. (1994): «A structural and palaeomagnetic study of a section through the Eastern Subbetic, Southern Spain». *Jour. Geol. Soc. (London)*, 151: 659-668.
- ANDREO, B., GARCÍA-HERNÁNDEZ, M., MARTÍN-ALGARRÁ, A., REY, J. & VERA, J.A. (1991): «La sedimentación carbonatada del Lías en la transversal de Vélez-Rubio (Subbético interno)». *Rev. Soc. Geol. España*, 4: 165-178.
- AZEMA, J., FOUCAULT, A., FOURCADE, E., GARCÍA-HERNÁNDEZ, M., GONZÁLEZ-DONOSO, J. M., LINARES, A., LINARES, D., LÓPEZ-GARRIDO, A. C., RIVAS, P. & VERA, J. A. (1979): *Las microfácies del Jurásico y Cretácico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas*. Secr. Public. Univ. Granada, 83 pp.
- BANDA, E., GALLART, J., GARCÍA-DUEÑAS, V., DAÑOBEITIA, J. J. & MAKKRIS, J. (1993): «Lateral variation of the crust in the Iberian peninsula: new evidences from the Betic Cordillera». *Tectonophysics*, 221: 53-66.
- BLANKENSHIP, C. L. (1992): «Structure and palaeogeography of the External Betic Cordillera, southern Spain». *Marine and Petroleum Geology*, 9: 256-264.
- BLANKENSHIP, C. L. (1993): «Reply to comments "Structure and palaeogeography of the External Betic Cordillera, southern Spain" by Sanz del Galdeano *et al.* and Molina and Ruiz-Ortiz». *Marine and Petroleum Geology*, 10: 521- 522.
- BUSTILLO, M. A., REY, J., DELGADO, A. & RUIZ-ORTIZ, P. A. (1996): «Silicificaciones de calizas oolíticas del Dogger en el Subbético interno oriental. ¿Silcretas freáticas?». *Geogaceta*, 20 (3): 639-642.
- BUSTILLO, M. A., REY, J., DELGADO, A. & RUIZ-ORTIZ, P. A. (1997): «Silicificaciones jurásicas en calizas oolíticas: génesis y significado paleogeográfico (Vélez-Blanco, Subbético Interno)». *Bol. Geol. Min.*, 108: 351- 365.
- CARACUEL, J. E. (1996): *Asociaciones de macroinvertebrados, evolución ecosedimentaria e interpretaciones ecoestratigráficas en umbrales epiocéánicos del Tethys occidental*. Tesis Univ. Granada, 463 pp. (inédita)
- CARACUEL, J. E., MONACO, P. & OLORIZ, F. (1997): «Eventos de depósito y colonización del substrato en facies ammonítico rosso (Subbético externo, Kimmeridgiense)». *Geogaceta*, 21: 63-65.
- CASTRO, J. M., CHECA, A. & RUIZ-ORTIZ, P. A. (1990): «Cavidades kársticas con rellenos de Calloviense Superior y Oxfordiense inferior (Subbético Externo, provincia de Sevilla)». *Geogaceta*, 7: 61-64.

- DE RUIG, M. J. (1992): *Tectono-sedimentary evolution of the Prebetic fold belt of Alicante (SE Spain). A study of stress fluctuations and foreland basin deformation*. Tesis Univ. Amsterdam, 207 pp.
- DERCOURT, J., RICOU, E. & VRIELYNCK, B. (editores) (1993): *Atlas Tethys Palaeoenvironmental Maps*. Guathier- Villars, Paris, 307 pp., 14 mapas.
- FELS, A. (1995): «Prozesse und Produkte geologischer Kondensation im Jura der westlichen Tethys». *Profil* (Stuttgart), 8: 363-472.
- FELS, A. & SEYFRIED, H. (1993): «"A la recherche du temps perdu": On geological condensation, with examples from the Jurassic Subbetic Plateau in Southeastern Spain». *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 189: 13-31.
- FLINCH, J. F., BALLY, A. W. & WU, S. (1996): «Emplacement of a passive-margin evaporitic allochthon in the Betic Cordillera of Spain». *Geology*, 24: 67-70.
- GALINDO-ZALDIVAR, J., JABALOY, A., GONZÁLEZ-LODEIRO, F. & ALDAYA, F. (1997): «Crustal structure of the central sector of the Betic Cordillera (SE Spain)». *Tectonics*, 16: 18-37.
- GARCÍA-HERNÁNDEZ, M., LÓPEZ-GARRIDO, A. C., MARTÍN-ALGARRA, A., MOLINA, J. M., RUIZ-ORTIZ, P. A. & VERA, J. A. (1989): «Discontinuidades mayores del Jurásico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas: análisis e interpretación de los ciclos sedimentarios». *Cuad. Geol. Ibérica*, 13: 5-52.
- GARCÍA-HERNANDEZ, M., LÓPEZ-GARRIDO, A. C., RIVAS, P., SANZ DE GALDEANO, C. & VERA, J. A. (1980): «Mesozoic palaeogeographic evolution of the External Zones of the Betic Cordillera». *Geologie en Mijnbouw*, 59: 155-168.
- GONZÁLEZ-DONOSO, J. M., LINARES, A., LÓPEZ-GARRIDO, A. C. & VERA, J. A. (1971): «Bosquejo estratigráfico del Jurásico de las Cordilleras Béticas». *Cuad. Geol. Ibérica*, 2: 55-90.
- JIMÉNEZ, A. P., JIMÉNEZ DE CISNEROS, C., RIVAS, P. & VERA, J. A. (1996): «The Early Toarcian Anoxic Event in the Westernmost Tethys (Subbetic). Paleogeographic and Paleobiogeographic significance». *Jour. Geol.*, 104: 399-416.
- JIMÉNEZ, A. P. & RIVAS, P. (1991): «Los Dactylioceratidos del Toarciense inferior y medio de las Cordilleras Béticas, España». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 86: 53-64.
- JIMÉNEZ, A. P. & RIVAS, P. (1992): «Hildoceratidae (Ammonitina) del Toarciense inferior y medio de las Cordilleras Béticas, España». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 87: 37-113.
- JIMÉNEZ DE CISNEROS, C., MAS, J. R. & VERA, J. A. (1990): «A geochemical study of the materials associated with the Jurassic Paleokarst of the Sierra Gorda (Internal Subbetic, Southern Spain)». *Rev. Soc. Geol. España*, 3: 391-420.
- JIMÉNEZ DE CISNEROS, C., MAS, J. R. & VERA, J. A. (1991): «Geochemistry of speleothems from Jurassic palaeokarst (Subbetic, Southern Spain)». *Sedimentary Geology*, 73: 191-208.
- JIMÉNEZ DE CISNEROS, C., MOLINA, J. M., NIETO, L. M., RUIZ-ORTIZ, P. A. & VERA, J. A. (1993): «Calcretes from a palaeosinkhole in Jurassic palaeokarst (Subbetic, Southern Spain)». *Sedimentary Geology*, 87: 13-24.
- LINARES, A. & SANDOVAL, J. (1990): «The Lower boundary of the Bajocian in the "Barranco de Agua Larga" section (Subbetic Domain, Southern Spain)». *Mem. Carta Descr. Geol. d'Italia*, XL: 13-22.
- LINARES, A. & SANDOVAL, J. (1992): «El género *Vacekia* (Grammocerotinae, Ammonoidea) del Aaleniano de la Cordillera Bética». *Rev. Esp. Paleontol.*, num. extraord., 91-99.
- LINARES, A. & SANDOVAL, J. (1993): «El Aaleniano de la Cordillera Bética (Sur de España): Análisis bioestratigráfico y caracterización paleobiogeográfica». *Rev. Soc. Geol. España*, 6: 177-206.

- LINARES, A. & SANDOVAL, J. (1996): «The genus *Haplopleuroceras* (Erycitidae, Ammonitina) in the Betic Cordillera, Southern Spain». *Geobios*, 29: 287-305.
- LINARES, A. & VERA, J. A. (editores) (1979): «El Jurásico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas». *Cuader. Geol. Univ. Granada*, 10: 353-358.
- MARQUES, B., OLÓRIZ, F. & RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. (1991): «Interactions between tectonics and eustasy during the Upper Jurassic and lowermost Cretaceous. Examples from the south of Iberia». *Bull. Soc. géol. France*, 162: 1109-1124.
- MARTÍN-ALGARRA, A. (1987): *Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética (sector central y occidental)*. Tesis Univ. Granada, 1271 pp.
- MARTÍN-ALGARRA, A. & CHECA, A. (1990): «Rellenos pelágicos jurásicos en el interior del Permotriás de la Unidad de Montecorto (Cordillera Bética, provincias de Cádiz y Málaga)». *Geogaceta*, 7: 64-65.
- MARTÍN-ALGARRA, A. & SÁNCHEZ-NAVAS, A. (1995): «Phosphate stromatolites from condensed cephalopod limestones, Upper Jurassic, Southern Spain». *Sedimentology*, 42: 893-919.
- MARTÍN-ALGARRA, A. & VERA, J. A. (1994): «Mesozoic pelagic phosphate stromatolites from the Penibetic (Betic Cordillera, Southern Spain)». In: *Phanerozoic Stromatolites II*, J. Bertrand-Sarfati & C. L. V. Monty (eds.) Ed. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, 345-391.
- MARTÍN-ALGARRA, J. A. & VERA, J. A. (1995): «Neptunian dykes and associated features in southern Spain: mechanics of formation and tectonic implications. Discussion». *Sedimentology*, 42: 957-969.
- MARTÍNEZ DEL OLMO, W. (1996): «Estratigrafía secuencial en el Jurásico del Prebético y Golfo de Valencia a partir de sondeos profundos». *Geogaceta*, 20 (1): 108-111.
- MOLINA, J. M., NIETO, L. M. & RUIZ-ORTIZ, P. A. (1992): «Paleokarst jurásico en la Unidad del Ventisquero (Subbético Externo. Provincia de Jaén)». *Geogaceta*, 11: 74-76.
- MOLINA, J. M. & RUIZ-ORTIZ, P. A. (1990): «Nuevos datos y modelo genético sobre brechas jurásicas generadas en relación con fallas transcurrentes (Subbético Externo. Provincia de Córdoba)». *Geogaceta*, 7: 55-59.
- MOLINA, J. M. & RUIZ-ORTIZ, P. A. (1993): «Comments on "Stratigraphy and palaeogeography of the External Betic Cordillera, southern Spain", by C. L. Blankenship». *Marine and Petroleum Geology*, 10: 516-518.
- MOLINA, J. M., RUIZ-ORTIZ, P. A. & VERA, J. A. (1991): «Jurassic karst bauxites in the Subbetic. Betic Cordillera, Southern Spain». *Acta Geol. Hungarica*, 34: 163-178.
- MOLINA, J. M., RUIZ-ORTIZ, P. A. & VERA, J. A. (1995): «Neptunian dykes and associated features in southern Spain: mechanics of formation and tectonic implications. Discussion». *Sedimentology*, 42: 957-969.
- MOLINA, J. M., RUIZ-ORTIZ, P. A. & VERA, J. A. (1997): «Calcareous tempestites in pelagic facies (Jurassic, Betic Cordilleras, Southern Spain)». *Sedimentary Geology*, 109: 95-109.
- MOLINA, J. M. & VERA, J. A. (1996a): «La Formación Milanos en el Subbético Medio (Jurásico superior): definición y descripción». *Geogaceta*, 20 (1): 39-42.
- MOLINA, J. M. & VERA, J. A. (1996b): «Tempestitas en el Subbético medio (Fm. Milanos, Jurásico superior). Sus características y facies relacionadas». *Geogaceta*, 20 (2): 315-318.
- MOLINA, J. M. & VERA, J. A. (1998): «Sedimentación marina somera sobre los edificios volcánicos submarinos (Jurásico medio-superior, Subbético medio, Cordilleras Béticas)». *Libro Homenaje a José Ramírez del Pozo, A.E.G.G.P., Madrid, (in litt)*.

- MORATA, D., PUGA, E., DEMANT, A. & AGUIRRE, L. (1996): «Evolución petrogenética del magmatismo básico mesozoico en las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas (S. España)». *Geogaceta*, 20 (3): 576-578.
- NIETO, L. M. (1996): *La cuenca subbética mesozoica en el sector oriental de las Cordilleras Béticas*. Tesis Univ. Granada, 556 pp. (inédita).
- NIETO, L. M., CHECA, A., MOLINA, J. M. & RUIZ-ORTIZ, P. A. (1996a): «Las discontinuidades del límite Dogger- Malm, estructuras y lagunas estratigráficas asociadas (Subbético oriental; Provincias de Alicante y Murcia)». *Geogaceta*, 19: 72-75.
- NIETO, L. M., JIMÉNEZ-ESPINOSA, R., MOLINA, J. M., RUIZ-ORTIZ, P. A. & CHECA, A. (1996b): «Análisis numérico de la distribución de trazas de bioturbación. Un ejemplo de la Unidad de la Mola (Zonas Externas de las Cordilleras Béticas, provincia de Alicante)». *Geogaceta*, 20 (2): 331-334.
- NIETO, L. M., MOLINA, J. M. & RUIZ-ORTIZ, P. A. (1992): «Influencia de la tectónica de fractura y del diapirismo en la sedimentación del Jurásico y Cretácico basal al sur de la provincia de Jaén (Zona Subbética)». *Rev. Soc. Geol. España*, 5: 95-111.
- NIETO, L. M., MOLINA, J. M. & RUIZ-ORTIZ, P. A. (1994): «El talud submarino de transición entre el Dominio Intermedio y el Subbético Externo durante el Jurásico (La Mola de Novelda, prov. de Alicante)». *Geogaceta*, 19: 70-73.
- NIETO, L. M., MOLINA, J. M. & RUIZ-ORTIZ, P. A. (1996): «Procesos sedimentarios y tectónicos en el tránsito Lias Superior-Dogger de la S^a de Reclot (Subbético externo, prov. Alicante)». *Geogaceta*, 19: 83-86.
- O'DOHERTY, L., AGUADO, R., SANDOVAL, J. & MARTÍNEZ-GALLEGO, J. (1989a): «Datos bioestratigráficos de las facies radiolaríticas del Jurásico del Subbético medio». *Cuad. Geol. Ibérica*, 13: 53-65.
- O'DOHERTY, L., BAUMGARTNER, P., SANDOVAL, J., MARTÍN-ALGARRA, A. & PILLEVUIT, A. (1995): «Middle and Upper Jurassic radiolarian assemblages co-occurring with ammonites from the Subbetic Realm (Southern Spain)». In: *Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, systematics, biochronology*, P. Baumgartner, L. O'Dogherty, S. Gorican, E. Urquhart, A. Pillevuit & P. De Wever (eds.), Memoires de Géologie, Lausanne, 23: 717-724.
- O'DOHERTY, L., SANDOVAL, J., MARTÍN-ALGARRA, A. & BAUMGARTNER, P. (1989b): «Las facies con radiolarios del Jurásico subbético (Cordillera Bética, sur de España)». *Rev. Soc. Mex. Paleont.*, 2: 70-77.
- O'DOHERTY, L., MOLINA, J. M., RUIZ-ORTIZ, P. A., SANDOVAL, J. & VERA, J. A. (1997): «La Formación Radiolarítica Jarropa: Definición y significado en el Jurásico Subbético (Cordillera Bética)». *Estudios Geológicos*, 52: 145-157.
- OLÓRIZ, F., CARACUEL, J. E., RUIZ-HERAS, J. J., RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. & MARQUES, B. (1996): «Ecostratigraphic approaches, sequence stratigraphy proposals and block tectonics: examples from epiocceanic swell areas in south and east Iberia». *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 121: 273-295.
- OLÓRIZ, F., MARQUES, B. & RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. (1991): «Eustatism and faunal associations. Examples from the South Iberian Margin during the Late Jurassic (Oxfordian-Kimmeridgian)». *Eclogae geol. Helv.*, 84: 83-106.
- OLÓRIZ, F. & RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. (1992): «Contribución del análisis icnológico en la interpretación del origen de la rítmica margoso-calcárea de edad Kimmeridgiense inferior (Zona Platynota) en el Prebético Central». *Geogaceta*, 12: 105-107.
- OLÓRIZ, F. & RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. (1993a): «Reconsideración del límite Oxfordiense-Kimmeridgiense en el perfil de Puerto Llorente (Prebético Externo)». *Geogaceta*, 13: 89-91.

- OLÓRIZ, F. & RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. (1993b): «Lower Kimmeridgian biostratigraphy in the Central Prebetic (Southern Spain, Cazorla and Segura de la Sierra sectors)». *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 3: 150-170.
- OLÓRIZ, F. & RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. (1996): «Presencia de *Mirosphinctes frickensis* (Moesch) en el Oxfordiense superior de la Sierra de Cazorla». *Geogaceta*, 19: 94-96.
- OLÓRIZ, F. & RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. (1997): «The ammonite *Sutneria* from the Upper Jurassic Southern Spain». *Palaeontology*, 39: 851-867.
- OLÓRIZ, F., RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J., CHICA-OLMO, M. & PARDO, E. (1992): «The marl-limestone rhythmites from the Lower Kimmeridgian (Platynota Zone) of the central Prebetic and their relationship with variations in orbital parameters». *Earth and Planetary Science Letters*, 111: 407-424.
- OLÓRIZ, F., RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. & MARQUES, B. (1992): «Asociaciones fósiles y medio deposicional. Proximalidad y profundidad del depósito en la ritmita del Kimmeridgiense inferior (Zona de Platynota) en el Prebético central». *Rev. Soc. Geol. España*, 5 (3-4): 89-99.
- OLÓRIZ, F., RODRÍGUEZ-TOVAR, F. & MARQUES, B. (1994): «Macroinvertebrate assemblages and ecostratigraphic structuration within a highstand system tract. An example from the lower Kimmeridgian in Southern Spain». *Geobios*, M.S., 13: 605-614.
- OLÓRIZ, F., RODRÍGUEZ-TOVAR, F., MARQUES, B. & CARACUEL, J. (1993): «Ecostratigraphy and sequence stratigraphy in high frequency sea level fluctuations: examples from Jurassic macroinvertebrate assemblages». *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 101: 131-145.
- OLÓRIZ, F., RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. & SCHAIRER, G. (1992): «New record of *Barthelia subbetica* Olóriz & Schairer (Jurassic Ammonitina) from the South Iberian paleomargin (Prebetic zone, Spain)». *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, H. 6: 343-350.
- OLÓRIZ, F. & TAVERA, J. M. (1990): «The Jurassic-Cretaceous boundary in Southern Spain. Some eco-stratigraphical considerations». *Acad. Ciencias de la URSS*, 699: 64-78.
- OSETE, M. L., FREEMAN, R. & VEGAS, R. (1989): «Investigaciones paleomagnéticas en la Zona Subbética». *Cuad. Geol. Ibérica*, 12: 39-58.
- PEPER, T. & CLOETINGH, S. (1992): «Lithosphere dynamics and tectono-stratigraphic evolution of the Mesozoic Betic rifted margin (southeastern Spain)». *Tectonophysics*, 203: 345-361.
- PLATZMAN, E. S. (1992): «Paleomagnetic rotations and the kinematic of the Gibraltar arc». *Geology*, 20: 311-314.
- PLATZMAN, E. S. (1994): «East-west thrusting and anomalous magnetic declinations in the Sierra Gorda, Betic Cordillera, southern Spain». *Jour. Struct. Geol.*, 16: 11-20.
- PLATZMAN, E. S. & LOWRIE, W. (1992): «Paleomagnetic evidence for rotation of the Iberian Peninsula and the external Betic Cordillera, southern Spain». *Earth and Planetary Science Letters*, 108: 45-60.
- PORTUGAL, M., MORATA, D., PUGA, E., DEMANT, A. & AGUIRRE, L. (1995): «Evolución geoquímica y temporal del magmatismo en las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas». *Estudios geológicos*, 51: 109-118.
- REICHERTER, K. (1994): *The Mesozoic tectono-sedimentary evolution of central betic seaway (External Betic Cordillera, Southern Spain)*. Tesis, Univ. Tübingen, 265 pp.
- REY, J. (1993): *Análisis de la cuenca subbética durante el Jurásico y el Cretácico en la transversal Caravaca Vélez-Rubio*. Tesis, Univ. Granada, 460 pp.
- REY, J. (1995a): «Sedimentation answers to local tectonic events in a pelagic swell (Subbetic Zone, province of Murcia, Spain)». *Bull. Soc. geol. France*, 166: 479-492.
- REY, J. (1995b): Tectonic control in the boundaries of the genetic units: an example in the

- Dogger of the External Zones of the Betic Cordillera (prov. of Murcia and Almería, Spain). *Sedimentary Geology*, 95: 57-68.
- REY, J. (1996a): «El papel de la tectónica en el límite de unidades genéticas: la ruptura intra-Bathoniense superior (Cordilleras Béticas, Zonas Externas)». *Geogaceta*, 19: 80-82.
- REY, J. (1996b): «Tectónica distensiva jurásica en el Subbético Externo oriental (sureste de España)». *Geogaceta*, 20 (7): 1683-1686.
- REY, J. (1997): «A Liassic isolated platform controlled by tectonics: South Iberia Margin, southeast Spain». *Geol. Mag.*, 134: 235-247.
- REY, J., ANDREO, B., GARCÍA-HERNÁNDEZ, M., MARTÍN-ALGARRA, A. & VERA, J. A. (1990): «The Liassic "Lithiotis" facies north of Vélez-Rubio (Subbetic Zone)». *Rev. Soc. Geol. España*, 3: 199-212.
- RIVAS, P., AGUIRRE, J. & BRAGA, J. C. (1997): «Entolium beds: Hiatal shell concentrations in starved pelagic settings (middle Liassic, SE Spain)». *Eclogae geol. Helv.*, 90: 293-301.
- RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. (1993): *Evolución sedimentaria y ecostratigráfica en plataformas epicontinentales del margen sudibérico durante el Kimmeridgiense inferior*. Tesis Univ. Granada, 374 pp.
- RUIZ-ORTIZ, P. A., CHECA, A. & MOLINA, J. M. (1990): «Paleofosa tectónica con relleno de *Ammonitico Rosso* del Jurásico superior (Subbético Externo; provincia de Córdoba)». *Geogaceta*, 7: 59-61.
- RUIZ-ORTIZ, P. A., MOLINA, J. M. & NIETO, L. M. (1996): «Turbiditas calcáreas y otros fenómenos de resedimentación/erosión en el Jurásico superior-Cretácico inferior de la unidad de Huelma (Jaén). Zonas Externas de las Cordilleras Béticas». *Geogaceta*, 20 (2): 323-326.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1997): *La Zona Interna Bético-Rifeña*. Monografías Tierras del Sur, Univ. Granada, 316 pp.
- SANZ DE GALDEANO, C., MARTÍN-ALGARRA, A., VERA, J. A. & RIVAS, P. (1993): «Comments on "Structure and palaeogeography of the External Betic Cordillera, southern Spain" by C.L. Blankenship». *Marine and Petroleum Geology*, 10: 518-521.
- VAN DER BEEK, P. A. & CLOETINGH, S. (1992): «Lithospheric flexure and the tectonic evolution of the Betic Cordilleras (SE Spain)». *Tectonophysics*, 203: 325-344.
- VERA, J. A. (1988): «Evolución de los sistemas de depósito en el margen ibérico de la Cordillera Bética». *Rev. Soc. Geol. España*, 1: 373-391.
- VERA, J. A. (1994): *Estratigrafía. Principios y métodos*. Ed. Rueda, Madrid, 806 pp.
- VERA, J. A. & MARTÍN-ALGARRA, A. (1994): «Mesozoic stratigraphic breaks and pelagic stromatolites in the Betic Cordillera (Southern Spain)». In: *Phanerozoic Stromatolites II* (J. Bertrand-Sarfati & C. L. V. Monty, eds.), Ed. Kluwer Academic Publi., Dordrecht, 319-344.
- VERA, J. A. & MOLINA, J. M. (1998): «Shallowing-upward cycles in pelagic troughs (Upper Jurassic, Southern Spain)». *Sedimentary Geology*, (in litt.).
- VERA, J. A., MOLINA, J. M., MONTERO, P. & BEA, F. (1997): «Jurassic guyots on the Southern Iberian Continental Margin: a model of isolate platforms on volcanic submarine edifices». *Terra Nova*, 9: 163-166.
- VILLALAIN, J. J., OSETE, M. L., VEGAS, R. & GARCÍA-DUEÑAS, V. (1995): «Evolución rotacional de las Béticas externas occidentales a partir de estudios paleomagnéticos». *Geogaceta*, 17: 120-123.
- VILLALAIN, J. J., OSETE, M. L., VEGAS, R., GARCÍA-DUEÑAS, V. & HELLER, F. (1994): «Widespread Neogene remagnetization in Jurassic limestones of the South-Iberian Paleomargin (Western Betics, Gibraltar Arc)». *Phys. Earth Planet. Inter.*, 85: 13-33.
- VILLALAIN, J. J., OSETE, M. L., VEGAS, R., GARCÍA-DUEÑAS, V. & HELLER, F. (1996): «The

Neogene remagnetization in the western Betics: a brief comment on the reliability of palaeomagnetic directions». In: *Palaeomagnetism and Tectonics of the Mediterranean Region*, A. Morris & D.H. Tarling (eds), Geological Society (London), spec. publ. 105: 33-41.

WINTERER, E. L. & SARTI, M. (1994): «Neptunian dykes and associated features in southern Spain: mechanics of formation and tectonic implications». *Sedimentology*, 41: 1109-1132.

WINTERER, E. L. & SARTI, M. (1995): «Neptunian dykes and associated features in southern Spain: mechanics of formation and tectonic implications. Reply». *Sedimentology*, 42: 957-969.

Manuscrito recibido: 20 de septiembre de 1997

Manuscrito aceptado: 31 de mayo de 1998