

LA CUENCA DE ANTEPAÍS NORBÉTICA EN LA CORDILLERA BÉTICA CENTRAL (SECTOR DEL MENCAL): EVOLUCIÓN TECTOSSEDIMENTARIA E HISTORIA DE LA SUBSIDENCIA

J.M. Soria

*Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Alicante, Apdo. Correos 99, E-03080 Alicante.
(E-mail: jesus.soria@ua.es)*

Resumen: El registro estratigráfico mioceno del sector del Mencal (Cordillera Bética Central) ha sido separado en cinco formaciones. Las dos inferiores, Formación Cañada y Formación Almidar (Oligoceno - Burdigaliense Inferior), representan los últimos depósitos del Paleomargen Sudibérico. Las dos siguientes, Formación Moreda y Formación Aguila (Burdigaliense superior - Serravaliense medio), se depositaron en la Cuenca de Antepaís Norbética. La última, Formación Arrecifal (Tortonense superior), marca el inicio de la sedimentación en la Cuenca Intramontañosa de Guadix. Los límites entre las cuatro unidades superiores representan eventos tectosedimentarios mayores en la evolución paleogeográfica de la Cuenca de Antepaís Norbética. El principal evento registrado, conocido en la literatura como Paroxismo Burdigaliense, provocó la desarticulación del Paleomargen Sudibérico y la configuración de la Cuenca de Antepaís Norbética. Como consecuencia del citado paroxismo, la Cuenca de Antepaís Norbética quedó limitada al sur por un frente activo constituido por unidades cabalgantes y transcurrentes tanto del Paleomargen Sudibérico como del Bloque de Alborán. La evolución sedimentaria de la cuenca está controlada por tres fases de avance y una de estabilización del frente activo. Dos primeras fases de avance (eventos Finiburdigaliense y Finilanghiense) se manifiestan por súbitos episodios de subsidencia flexural y de profundización de la cuenca. La fase de estabilización (Evento Intralangiense) está registrada por un episodio de levantamiento y somerización. La evolución de la Cuenca de Antepaís Norbética termina con una última fase de avance tectónico (Evento Finiserravaliense), durante la cual la mayor parte de la cuenca quedó emergida e incorporada al frente activo. A partir de este último evento, en lo que al sector del Mencal se refiere, la Cuenca de Antepaís Norbética se reestructura completamente, individualizándose dos tipos de cuencas con historias geodinámicas independientes. De un lado, la Cuenca del Guadalquivir, que sigue manteniendo rasgos de cuenca de antepaís pero restringida al sector noroccidental de la Cordillera Bética, y, de otro lado, la Cuenca Intramontañosa de Guadix que, conjuntamente con otras cuencas, quedó ubicada en el seno de nuevos relieves montañosos.

Palabras clave: Cuenca de antepaís, subsidencia, Mioceno, Cordillera Bética.

Abstract: Five formations have been distinguished in the Miocene stratigraphic record of the Mencal area (Central Betic Cordillera). The two lowermost ones, Cañada and Almidar Formations, Oligocene - early Burdigalian in age, represent the last deposits of the South-Iberian Palaeomargin. The two following ones, Moreda and Aguila Formations, dated as late Burdigalian - middle Serravallian, were deposited in the North-Betic Foreland Basin. The uppermost Reefal Formation, late Tortonian in age, characterizes the beginning of the Intramontane Guadix Basin deposition. The limits between the four upper stratigraphic units correspond to major tectosedimentary events in the palaeogeographic evolution of the North-Betic Foreland Basin. The most outstanding event recorded, known as Burdigalian Paroxysm, brought about the configuration of the North-Betic Foreland Basin and the whole disarrangement of the South-Iberian Palaeomargin. As a consequence of this event, the units belonging to this palaeomargin, together with others from the Alboran Block, constituted an active front located to the south of the foreland basin. The sedimentary evolution of the North-Betic Foreland Basin is controlled by three phases of advance and one of stabilization of this active front. Two first advance phases, Finiburdigalian and Finilanghian events, are connected to sudden episodes of flexural subsidence and basin deepening. The stabilization phase, Intralanghian event, is recorded by an episode of uplift and shallowing. The evolution of the basin finishes with the last tectonic advance phase, Finiserravallian event, giving rise to the emersion of most of the basin and its subsequent incorporation to the active front. After this last event the North-Betic Foreland Basin became two independent palaeogeographic basins: the Guadalquivir Basin and the Intramontane Guadix Basin.

Key words: Foreland basin, subsidence, Miocene, Betic Cordillera.

Soria, J.M. (1998): La Cuenca de Antepaís Norbética en la Cordillera Bética Central (sector del Mencal): evolución tectosedimentaria e historia de la subsidencia. *Rev. Soc. Geol. España*, 11 (1-2): 23-31

La etapa de tectogénesis de la Cordillera Bética se desarrolló fundamentalmente durante el Mioceno inferior y medio, en un contexto de colisión continente-continente. Durante tal etapa, el Bloque de Alborán (Zonas Internas) colisionó contra el Paleomargen Sudibérico (Zonas Externas), formándose una megasutura conocida como Contacto Zonas Internas - Zonas Externas. Varios autores (Sanz de Galdeano y Vera, 1992; Sanz de Galdeano y Rodríguez Fernández, 1996) han mostrado que al norte de la megasutura se originó una cuenca marina denominada por Colom (1952) como Estrecho Norbético. Este «estrecho» quedó limitado al sur por un frente activo de unidades cabalgantes y transcurrentes, y al norte por un antepaís emergido (Domino Ibérico). Tales características permiten identificarlo en conjunto como una cuenca perisutural tipo cuenca de antepaís periférica (asumiendo la clasificación de Bally y Snelson, 1980, y Allen y Allen, 1990).

En el sector del Mencil (Cordillera Bética Central) se dispone de un completo registro estratigráfico y tectónico de edad Mioceno inferior y medio. Su análisis constituye el principal objetivo del presente trabajo, para revelar la sucesión de eventos que controlaron la evolución tectosedimentaria de la aquí denominada Cuenca de Antepaís Norbética.

Contexto geológico

La Cordillera Bética (sur de la Península Ibérica, Fig. 1) es un orógeno alpino limitado al norte por el Antepaís Ibérico y al sur por el Mar Mediterráneo. En ella clásicamente se separan dos dominios corticales principales: al sur las Zonas Internas, constituidas por un conjunto de unidades alóctonas procedentes de la fragmentación del Bloque de Alborán (Andrieux *et al.*, 1971) o Dominio de Alborán (Balanyá y García Dueñas, 1987); y al norte las Zonas Externas, depositadas en un dominio paleogeográfico denominado como Paleomargen Sudibérico (Comas y García Dueñas, 1988). Este último está constituido por dos subdominios paleogeográficos: Subbético (al sur) y Prebético (al norte). Tanto sobre las Zonas Internas como las Zonas Externas se localizan unidades depositadas en las cuencas neógeno-cuaternarias, cuya evolución es simultánea a los principales movimientos de estructuración de la Cordillera Bética. El sector del Mencil (Fig. 1), donde se centra la presente investigación, se sitúa al sur del Paleomargen Sudibérico en el tercio central de la Cordillera. En este sector (Comas, 1978; Soria, 1993) afloran tanto unidades subbéticas (Subbético Interno y Subbético Medio) como otras correspondientes a las cuencas neógeno-cuaternarias. Dentro de estas últimas se diferencian dos conjuntos estratigráficos. Uno inferior, constituido por unidades marinas depositadas durante el Mioceno inferior y medio en la Cuenca de Antepaís Norbética, y otro superior que se inicia con unidades marinas tortonienses y que termina con unidades continentales plioceno-cuaternarias (Formación

Guadix, según Vera, 1970), en ambos casos depositadas en la Cuenca Intramontañosa de Guadix (Fernández *et al.*, 1996).

Síntesis tectosedimentaria de la Cuenca de Antepaís Norbética en el sector del Mencil

Para ilustrar la historia completa de la Cuenca de Antepaís Norbética (CANB) es necesario documentar el contexto tectosedimentario y paleogeográfico anterior y posterior a su etapa de desarrollo. En el sector del Mencil (Fig. 2), las unidades anteriores a la CANB se depositaron en el Subbético Medio, el dominio más profundo y subsidente del Paleomargen Sudibérico durante el Mioceno inferior. Las unidades posteriores se depositaron en la Cuenca Intramontañosa de Guadix.

Subbético Medio

El registro estratigráfico mioceno de este dominio está constituido por dos formaciones principales: la Formación Cañada (Comas, 1978), de edad Oligoceno - Aquitaniense inferior, y la Formación Almidar (Soria, 1993), de edad Aquitaniense superior - Burdigaliense inferior. Ambas se depositaron en un profundo surco marino generado en un contexto extensional dentro del Paleomargen Sudibérico. Las dos formaciones muestran como rasgo común el predominio de facies turbidíticas distales, características de un ambiente de transición talud - llanura profunda. Simultáneamente al depósito de las dos formaciones se incorporaron locales vertidas olistostrómicas (Grupo Píñar, según Comas, 1978) procedentes de la desmantelación de escarpes submarinos relacionados con *horts* dentro del Subbético Medio. La Formación Almidar se diferencia de la Formación Cañada porque contiene rocas volcanoclasticas (hialoclastitas) y silexitas. Las manifestaciones volcánicas en la Formación Almidar se relacionan con la actuación sinsedimentaria de fracturas transcurrentes dextrales de dirección N70°E, denominadas por su contexto paleogeográfico como Accidente Intrasubbético (Soria *et al.*, 1992). Este accidente, que está compuesto por varias fracturas subparalelas (las más significativas representadas en la Fig. 1), coincide en su trazado con una estructura regional denominada como Accidente Cádiz - Alicante (Sanz de Galdeano, 1983).

Cuenca de Antepaís Norbética (CANB)

El final de la sedimentación de la Formación Almidar coincide con un evento tectónico regional conocido como Paroxismo Burdigaliense (Hermes, 1985). Este evento se manifiesta en el sector del Mencil por la fase de actividad más intensa del Accidente Intrasubbético, al que se asocian fallas inversas y cabalgamientos. Estas estructuras provocaron una intensa deformación y levantamiento del Paleomargen Sudibérico, que quedó transformado en la CANB. Dentro de esta cuenca se depositaron dos formaciones: la Formación Moreda (Comas, 1978) y la Formación

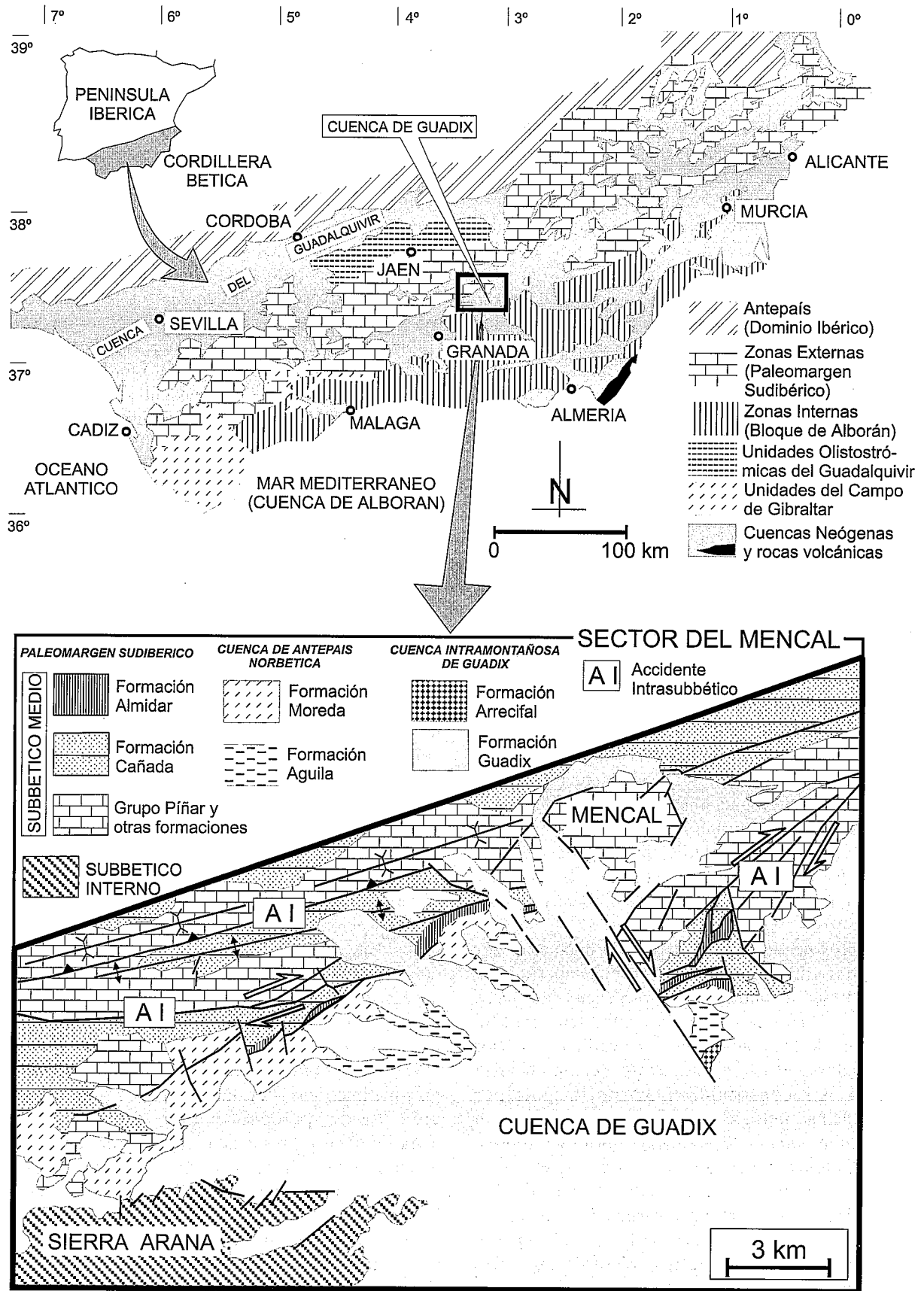


Figura 1.- Localización geológica del sector del Mencil en la Cordillera Bética y mapa geológico del sector estudiado.

Aguila (Soria, 1993). Ambas formaciones, objetivo principal del presente estudio, serán descritas con detalle en los párrafos siguientes (Fig. 2).

Formación Moreda: Se superpone en discordancia a la Formación Almidar. A esta discordancia (generada por el Paroxismo Burdigaliense) se asocia un hiato equivalente a la biozona de *C. stainforthi* (parte media del Burdigaliense). La Formación Moreda puede ser separada en tres miembros superpuestos en la vertical y separados por superficies netas. El Miembro Inferior (Burdigaliense superior) está constituido por conglomerados depositados en ambientes litorales a la base y por calcarenitas bioclásticas de plataforma marina interna al techo. Este cambio de litofacies es gradual y define una secuencia de profundización. La composición litológica de los conglomerados y calcarenitas indica una procedencia exclusiva de unidades del Paleomargen Sudibérico. En el Miembro Medio (Langhiense inferior) alternan rítmicamente margas pelágicas y areniscas turbidíticas con *slumps* de vergencia hacia el norte, depósitos característicos de la parte superior de un talud submarino. A diferencia del anterior miembro, la naturaleza de los clastos de las areniscas indica una procedencia de unidades tanto del Paleomargen Sudibérico como, por primera vez, del Bloque de Alborán. El límite entre el Miembro Inferior y el Miembro Medio se define en este trabajo como Evento Finiburdigaliense y representa un importante cambio batimétrico (profundización) y de la procedencia de los aportes en la cuenca. La Formación Moreda termina con el Miembro Superior (Langhiense superior), constituido por calcarenitas bioclásticas, de similar composición litológica que el Miembro Medio, depositadas en una plataforma marina externa. El límite entre el Miembro Medio y el Miembro Superior fue definido como Evento Intralanghiense (Soria, 1993, 1994) y representa una brusca somerización de la cuenca.

Formación Aguila: Está separada de la anterior por una paraconformidad, registrada por una superficie de interrupción sedimentaria (*hard ground*) en la que no se puede precisar la amplitud de la laguna temporal. Su edad ha sido determinada como Serravalliense inferior y medio (Soria *et al.*, 1988). Desde el punto de vista litológico está constituida mayoritariamente por margas marinas pelágicas, en las que se intercalan turbiditas con *slumps* de vergencia norte, olistolitos, silexitas, diatomitas y conglomerados que se disponen en bancos de morfología canalizada. La composición de las facies clásticas es muy variada; además de litoclastos del Paleomargen Sudibérico y del Bloque de Alborán, se reconocen bioclastos típicos de ambientes marinos muy someros (algas rojas, briozoos y foraminíferos bentónicos entre otros). Esta asociación de litofacies caracteriza un talud submarino dominado por sedimentación pelágica, con frecuentes vertidas gravitacionales procedentes de plataformas marinas someras situadas al sur. El límite inferior de la Formación

Aguila coincide con el aquí denominado Evento Finilanghiense y representa una brusca profundización de la cuenca respecto a la unidad infrayacente (Miembro Superior de la Formación Moreda).

Cuenca Intramontañosa de Guadix

En el sector del Mencal, los primeros depósitos que rellenan la Cuenca Intramontañosa de Guadix fueron definidos como Formación Arrecifal (Soria, 1993), datada como Tortoniense superior. Esta formación está constituida por un biostromo de corales (*Porites*) transgresivo sobre una superficie de discordancia fuertemente erosiva en la Formación Aguila. Tal discordancia está relacionada con la fase tectónica finiserravalliense (Estévez *et al.*, 1984) o Evento Finiserravalliense (en este trabajo), que se manifiesta por cabalgamientos de vergencia norte y fallas de salto en dirección N45°W. El Evento Finiserravalliense provocó una intensa deformación y levantamiento de la parte meridional de la Cuenca de Antepaís Norbética, que quedó reestructurada en dos tipos de cuencas con historias geodinámicas independientes: la Cuenca del Guadalquivir (situada al norte del sector del Mencal y manteniendo rasgos de cuenca de antepaís) y la Cuenca Intramontañosa de Guadix.

Análisis cuantitativo de la subsidencia

A partir de la sucesión estratigráfica representada en la figura 2 se ha realizado un cálculo de los movimientos de subsidencia y levantamiento. Para ello se ha aplicado el programa informático *Backstripping* (Allen y Allen, 1990), basado en los algoritmos propuestos por Sclater y Christie (1980) y Bond y Kominsz (1984). Dicho programa calcula la subsidencia total mediante la descompactación de las unidades estratigráficas, y la subsidencia tectónica eliminando los efectos de la carga sedimentaria. Para esto último asume un modelo de compensación isostática local -tipo Airy. Los datos de porosidad, coeficiente de disminución de la porosidad con la profundidad y la densidad de los sedimentos, necesarios para ejecutar el programa, han sido adoptados a partir de los valores estándar propuestos para diferentes tipos litológicos por Gallagher y Lambeck (1989). El programa permite introducir correcciones paleobatimétricas y eustáticas (Fig. 2). La determinación de la paleobatimetría de las unidades estratigráficas representadas en el sector del Mencal se ha realizado mediante un análisis de las biofacies. Para la corrección eustática se ha utilizado la curva de cambios globales del nivel del mar propuesta por Haq *et al.* (1988). Con estas correcciones se obtienen unos valores de subsidencia total y tectónica referidos a un datum fijo (nivel del mar actual), que han sido representados gráficamente en un diagrama geohistórico (Fig. 3), siguiendo los modelos descritos por Van Hinte (1978) y Angevine *et al.* (1990).

Para ilustrar la historia completa de la Cuenca de Antepaís Norbética, el cómputo de la subsidencia se

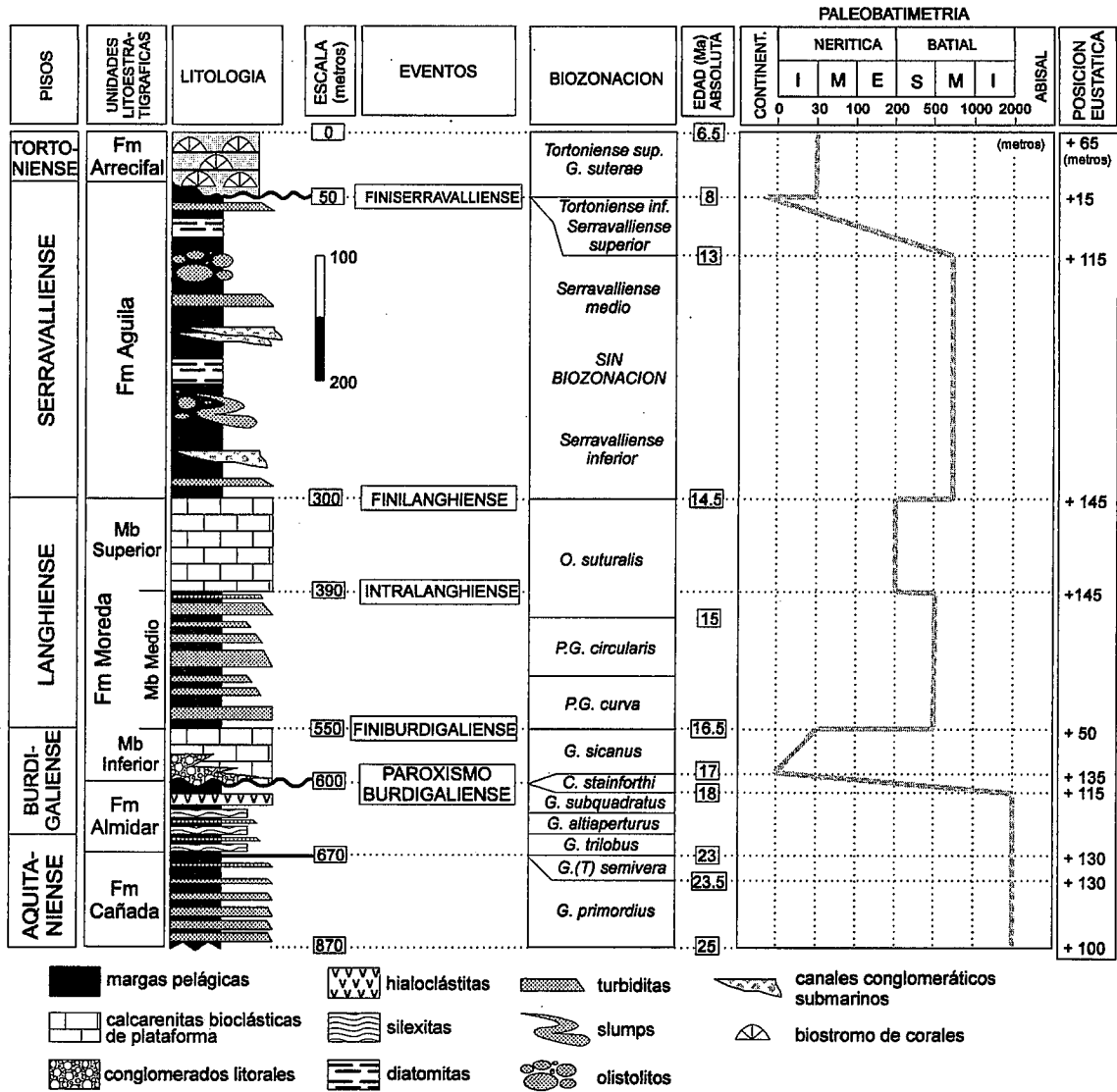


Figura 2.- Columna estratigráfica sintética de los materiales miocenos representados en el sector del Mencil. En la biozonación no se dispone de datos sobre las biozonas del Serravalliense, por lo que se indican, informalmente, las partes inferior, media y superior de este piso. La edad absoluta está expresada en millones de años (Ma). En la paleobatimetría, dentro de la zona nerítica se separan tres partes, I: interna, M: media y E: externa; y dentro de la zona batial otras tres partes, S: superior, M: media e I: inferior.

inicia en el Aquitaniense inferior (etapa final del Paleomargen Sudibérico) y finaliza en el Tortoniense superior (etapa inicial de la Cuenca Intramontañosa de Guadix). Los cambios que se observan en las curvas de subsidencia total y tectónica coinciden con los eventos registrados en la evolución tectosedimentaria de la cuenca. Los acontecimientos más relevantes son los siguientes:

Una etapa discontinua de subsidencia durante el depósito de la Formación Cañada y Formación Almidar, coherente con el proceso de extensión y estiramiento del Paleomargen Sudibérico. La disminución de la subsidencia al comienzo de la Formación Almidar coincide con el inicio de la actuación del Accidente Intrasubbético.

Levantamiento rápido y de gran magnitud en coincidencia con el Paroxismo Burdigaliense, que marca la

transformación del Paleomargen Sudibérico a la Cuenca de Antepaís Norbética.

Cuatro etapas de subsidencia correspondientes a las unidades (tres miembros de la Formación Moreda y Formación Aguila) depositadas en la Cuenca de Antepaís Norbética. Los eventos que caracterizan a los límites entre estas unidades están definidos por dos saltos o episodios de súbita subsidencia (eventos Finiburdigaliense y Finilanghiense) y uno de levantamiento (Evento Intralanghiense).

Una etapa de levantamiento iniciada al final del depósito de la Formación Aguila (Evento Finiserravalliense), que marca el final de la sedimentación en la Cuenca de Antepaís Norbética. Durante esta etapa de levantamiento la CANB queda transformada en la Cuenca del Guadalquivir (situada al norte del sec-

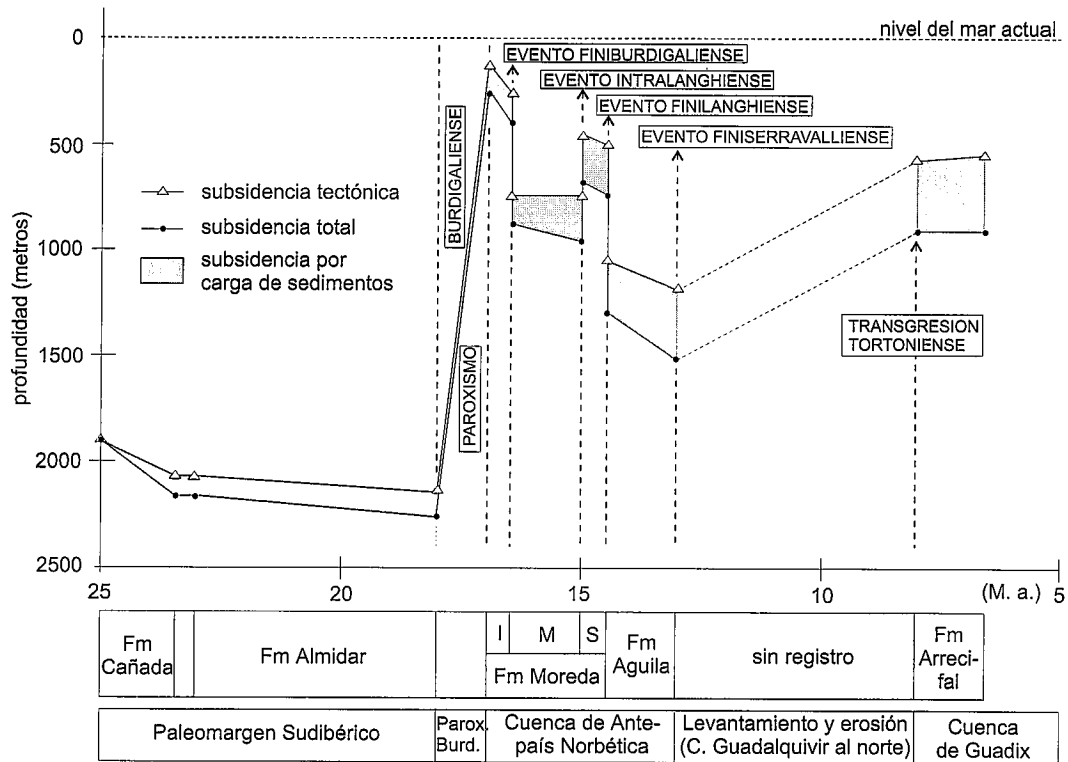


Figura 3.- Diagrama geohistórico: relación de los cambios en las curvas de subsidencia con los eventos tectosedimentarios.

tor del Mencil) y, tras la transgresión del Tortonense superior, en la Cuenca Intramontañosa de Guadix.

Significado geodinámico de los diferentes eventos en la evolución de la Cuenca de Antepaís Norbética

A partir de la sucesión de acontecimientos tectosedimentarios y de los cambios en la historia de la subsidencia anteriormente documentados, se puede proponer un esquema evolutivo (Fig. 4) donde se contempla el origen, desarrollo y fin de la Cuenca de Antepaís Norbética. En los párrafos siguientes se sintetizará el papel de los diferentes eventos en la evolución geodinámica de la CANB.

El Paroxismo Burdigaliense, como evento que da origen a la Cuenca de Antepaís Norbética, representa el climax de una etapa de convergencia entre el Bloque de Alborán y el Paleomargen Sudibérico. Como resultado de este evento queda configurada la sutura entre ambos dominios (clásicamente denominada Contacto Zonas Internas - Zonas Externas), que se comporta como una compleja estructura transpresiva con cabalgamientos superficiales subordinados a movimientos transcurrentes (De Smet, 1984; Sanz de Galdeano, 1990). Al norte de la citada sutura, en el Subbético (parte meridional del Paleomargen Sudibérico), se formaron otras estructuras transpresivas similares a la anterior; uno de los ejemplos es el Accidente Intrasubbético (Soria *et al.*, 1992; Soria, 1994). Las deformaciones asociadas a tales estructuras provocaron un levantamiento general del Paleomargen Sudibérico (Hermes, 1985) y la consecuente pérdida de sus rasgos

sedimentarios y paleogeográficos. A partir de esta transformación es cuando queda definida la Cuenca de Antepaís Norbética como un nuevo dominio paleogeográfico. En el sector del Mencil los primeros depósitos de la CANB (Miembro Inferior de la Formación Moreda) registran una notable reducción batimétrica respecto a los últimos depósitos del Paleomargen Sudibérico (Formación Almidar), hecho relacionado con la etapa de levantamiento producida por el Paroxismo Burdigaliense.

El Evento Finiburdigaliense se manifiesta en el sector del Mencil por un súbito incremento de la batimetría y por la primera aparición de aportes del Bloque de Alborán en la Cuenca de Antepaís Norbética (Miembro Medio de la Formación Moreda). Este evento de rápida profundización se relaciona con una fase de subsidencia flexural producida por un apilamiento tectónico e incremento de carga en el frente activo de la CANB. Dicho frente, constituido por unidades cabalgantes del Paleomargen Sudibérico y del Bloque de Alborán, quedó levantado y sometido a erosión. Efectos similares a los producidos por el Evento Finiburdigaliense en la CANB (incremento de carga por cabalgamientos en el frente y subsidencia flexural en la cuenca) se han documentado en otras cuencas de antepaís (Tankard, 1986; Heller *et al.*, 1988; entre otros).

Al contrario que en el anterior caso, el Evento Intralanghiense se caracteriza por una súbita reducción batimétrica de la Cuenca de Antepaís Norbética (Miembro Superior de la Formación Moreda). Esta somerización y levantamiento de la cuenca puede

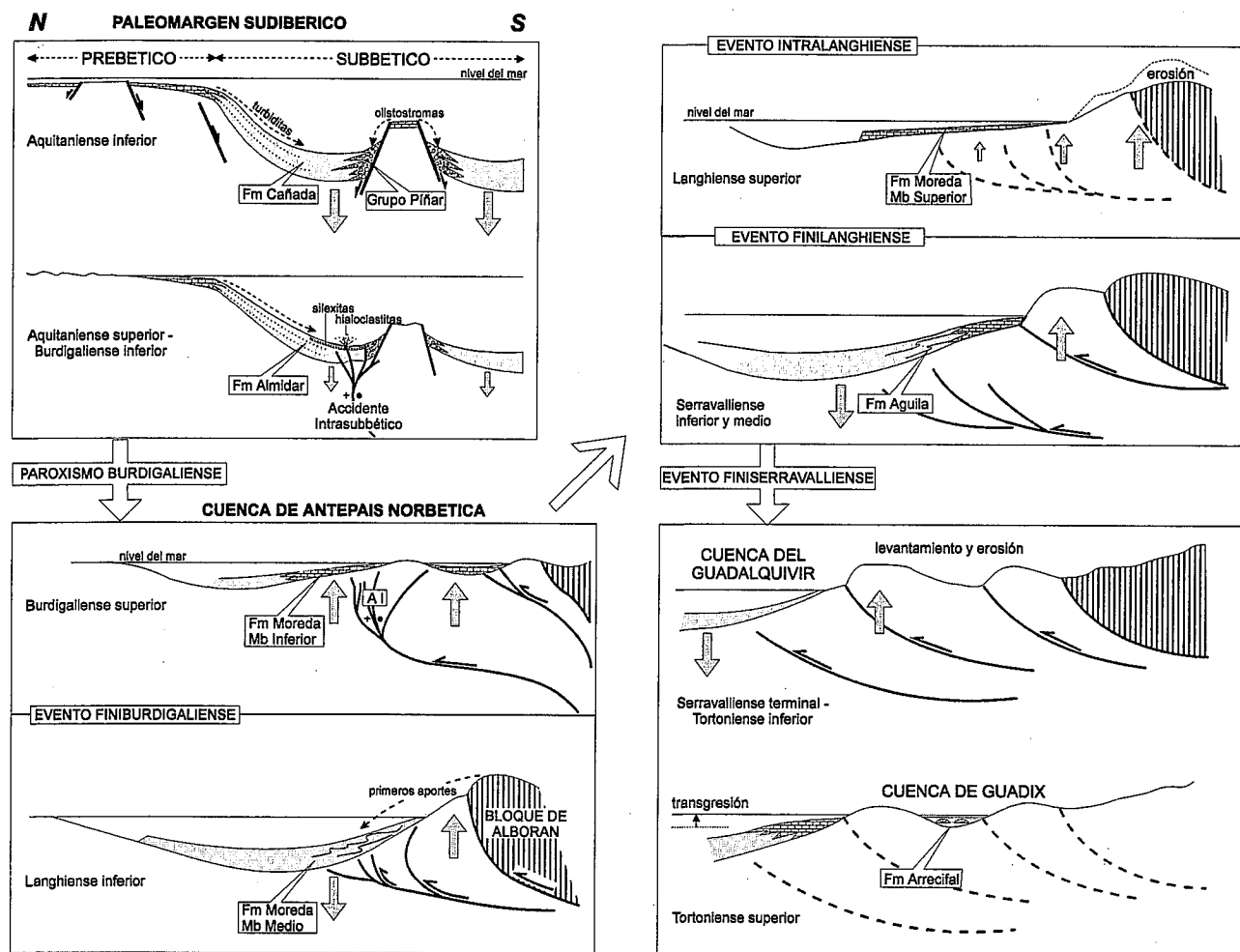


Figura 4.- Síntesis geodinámica del sector del Mencil durante el Mioceno. Sucesión de acontecimientos que recoge la evolución de la Cuenca de Antepaís Norbética desde la etapa final del Paleomargen Sudibérico hasta la configuración de la Cuenca Intramontañosa de Guadix. Las flechas verticales indican movimientos de subsidencia y levantamiento; su diferente tamaño expresa la magnitud relativa de tales movimientos. El significado de cada una de las etapas evolutivas representadas en la figura está explicado en el texto.

interpretarse en un contexto de estabilización del frente activo, previamente levantado como consecuencia del Evento Finiburdigaliense. El levantamiento de la cuenca en condiciones de estabilidad del frente pudo producirse por una fase de relajación viscoelástica (asumiendo el modelo propuesto por Tankard, 1986, para la Cuenca de Antepaís de los Apalaches). Otra posible y complementaria explicación (basada en el modelo general descrito por Heller *et al.*, 1988) implicaría una rápida erosión del frente, que es compensado isostáticamente mediante un levantamiento por rebote flexural. Tal rebote se manifiesta en las partes de la cuenca más próximas al frente, decreciendo exponencialmente al alejarse del mismo.

El Evento Finilangiense se manifiesta en iguales términos que el Evento Finiburdigaliense. La rápida profundización de la CANB (inicio de la Formación Aguila) se relaciona con una fase de subsidencia flexural producida por una nueva etapa de avance y de apilamiento tectónico del frente activo.

El final de la evolución de la Cuenca de Antepaís Norbética tiene lugar como consecuencia del Evento

Finiserravalliense. En el sector del Mencil este evento se manifiesta por una discordancia muy acusada, bajo la cual se presenta deformada la Formación Aguila (Serravalliense inferior y medio), y sobre la que reposa la Formación Arrecifal (Tortoniense superior). El notable cambio batimétrico y vacío erosional entre ambas formaciones se interpreta en un contexto de levantamiento y erosión de la CANB. Tal levantamiento se debió al movimiento de avance hacia el norte del frente activo de la cuenca. Este último aspecto está apoyado por las observaciones de Estévez *et al.* (1984) y Martín Algarra *et al.* (1988), quienes han mostrado que unidades del Subbético Interno (sector norte de Sierra Arana) cabalgan sobre materiales serravallienses correlacionables con la Formación Aguila. Durante el Serravalliense terminal y Tortoniense inferior el sector del Mencil no registra sedimentación, al contrario que la Cuenca del Guadalquivir (Roldán, 1995), donde está representada por depósitos marinos tanto someros como profundos. Esto indica que, como consecuencia del Evento Finiserravalliense, la Cuenca de Antepaís Norbética quedó transformada en la Cuenca del Gua-

dalquivir, ésta de menor extensión y paleogeográficamente desplazada hacia el Antepaís Ibérico. Una transgresión a la base del Tortoniense superior inaugura la sedimentación marina (Formación Arrecifal) sobre los sectores previamente levantados de la CANB. Con esta transgresión comienza la sedimentación en la Cuenca Intramontañosa de Guadix.

Conclusiones

El registro estratigráfico y tectónico mioceno del sector del Mencil permite reconstruir la historia de la Cuenca de Antepaís Norbética en el tercio central de la Cordillera Bética. Esta cuenca quedó definida paleogeográficamente como consecuencia del Paroxismo Burdigaliense, un evento tectónico relacionado con la colisión del Bloque de Alborán contra el Paleomargen Sudibérico. La posición de la Cuenca de Antepaís Norbética en relación con el contacto que separa ambos dominios permite definirla como una cuenca de antepaís perisutural.

La organización estratigráfica de la cuenca se caracteriza por la superposición de unidades de plataforma marina somera y de talud, separadas por cambios netos de facies que implican saltos bruscos de batimetría. Los límites de profundización se interpretan como resultado de etapas de subsidencia flexural, producidas por fases de avance tectónico y sobrecarga en el frente activo de la cuenca. Al contrario, los límites de somerización se relacionan con etapas de levantamiento en un contexto de estabilización del frente. En este último caso, el levantamiento estaría causado por una relajación viscoelástica y/o por un rebote isostático del frente sometido a erosión.

El final de la evolución de la Cuenca de Antepaís Norbética se produce como consecuencia de una importante fase tectónica denominada Evento Finiserravallense. Este evento provocó la deformación y emersión de la mayor parte de la Cuenca de Antepaís Norbética, que quedó reestructurada en dos tipos de cuencas con historias geodinámicas independientes: la Cuenca del Guadalquivir (una nueva cuenca de antepaís restringida al sector noroccidental de la Cordillera Bética) y la Cuenca de Guadix (una cuenca intramontañosa localizada en el sector central de la Cordillera).

El autor muestra su agradecimiento al Dr. Juan A. Vera y al Dr. José P. Calvo, así como a un revisor anónimo, por la lectura crítica del manuscrito original y las numerosas sugerencias aportadas. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación de la DGICYT AMB95-1557.

Bibliografía

- Allen, P.A. y Allen, J.R. (1990): *Basin Analysis: principles and applications*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 451 p.
- Andrieux, J., Fontboté, J.M. y Mattauer, M. (1971): Sur un modèle explicatif de l'Arc de Gibraltar. *Earth Planet. Sci. Letters*, 12: 191-198.
- Angevine, C.L., Heller, P.L. y Paola, C. (1990): Quantitative sedimentary basin modelling. *A.A.P.G. Bulletin, Continuing education course note series*, 32, 132p.
- Balanyá, J.C. y García Dueñas, V. (1987): Les directions structurales dans le Domaine d'Alboran de part et d'autre du Détroit de Gibraltar. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 304-II: 929-933.
- Bally, A.W. y Snelson, S. (1980): Realms of subsidence. En: *Facts and principles of world petroleum occurrence* (A.D. Miall, Ed.), *Can. Soc. Petrol. Geol.*, Mem. 6: 9-75.
- Bond, G. y Kominz, M. (1984): Construction of tectonic subsidence curves for the Early Paleozoic miogeocline, southern Canadian Rocky mountains: implications for subsidence mechanisms, age of breakup, and crustal thinning. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 95: 155-173.
- Colom, G. (1952): Aquitanian - Burdigalian diatom deposits of the North Betic Strait, Spain. *J. Paleont.*, 26: 867-885.
- Comas, M.C. (1978): *Sobre la Geología de los Montes Orientales: sedimentación y evolución paleogeográfica desde el Jurásico al Mioceno inferior (Zona Subbética, Andalucía)*. Tesis Doctoral, Universidad de Bilbao, 323 p. (inédita).
- Comas, M.C. y García Dueñas, V. (1988): Evolución de un segmento del Paleomargen Sudibérico. *II Congreso Geológico de España, Granada. Guía de campo de la excursión B-3*, 50 p.
- De Smet, M.E.M. (1984): *Investigations of the Crevillente fault zone and its role in the tectogenesis of the Betic Cordillera, Southern Spain*. Tesis Doctoral, Universidad de Amsterdam, 174 p.
- Estévez, A., González Donoso, J.M., Linares, D., Martín Algarra, A., Sanz de Galdeano, C. y Serrano, F. (1984): El cabalgamiento finiserravallense del norte de Sierra Arana (Cordillera Bética). Observaciones sobre la caracterización biostratigráfica del Serravallense. *Mediterránea Ser. Geol.*, 3: 151-173.
- Fernández, J., Soria, J.M. y Viseras, C. (1996): Stratigraphic architecture of the Neogene basins in the central sector of the Betic Cordillera (Spain): tectonic control and base-level changes. En: *Tertiary basins of Spain. The stratigraphic record of crustal kinematics* (P.F. Friend y C.J. Dabrio, Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 353-365.
- Gallagher, K. y Lambeck, K. (1989): Subsidence, sedimentation and sea-level changes in the Eromanga Basin, Australia. *Basin Research*, 2: 115-131.
- Haq, B.U., Hardenbol, J. y Vail, P. 1988. Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and Eustatic Cycles. En: *Sea-Level Changes - An integrated approach* (C.K. Wilgus, B.S. Hastings, C.G. Kendall, H. Posamentier, C.A. Ross y J.C. Van Vagoner, Eds.), *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication*, 42: 71-108.
- Heller, P.L., Angevine, C.L., Winslow, N.S. y Paola, C. (1988): Two-phase stratigraphic model of foreland-basin sequences. *Geology*, 16: 501-504.
- Hermes, J.J. (1985): Algunos aspectos de la estructura de la Zona Subbética (Cordilleras Béticas, España meridional). *Estudios Geol.*, 41: 157-176.
- Martín Algarra, A., Sanz de Galdeano, C. y Estévez, A. (1988): L'évolution sédimentaire miocène de la région au nord de la Sierra Arana (Cordillères Bétiques) et sa relation avec la mise en place du bloc d'Alboran. *Bull. Soc. géol. France*, 4: 119-127.
- Roldán, F.J. (1995): *Evolución neógena de la Cuenca del Guadalquivir*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 259 p. (inédita).
- Sanz de Galdeano, C. (1983): Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas. *Estudios Geol.*, 39: 157-165.

- Sanz de Galdeano, C. (1990): Geologic evolution of the Betic Cordilleras in the Western Mediterranean, Miocene to the present. *Tectonophysics*, 172: 107-119.
- Sanz de Galdeano, C. y Rodríguez Fernández, J. (1996): Neogene palaeogeography of the Betic Cordillera: an attempt at reconstruction. En: *Tertiary basins of Spain. The stratigraphic record of crustal kinematics* (P.F. Friend y C.J. Dabrio, Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, 323-329.
- Sanz de Galdeano, C. y Vera, J.A. (1992): Stratigraphic record and palaeogeographical context of the Neogene basins in the Betic Cordillera, Spain. *Basin Research*, 4: 21-36.
- Sclater, J.G. y Christie, P.A.F. (1980): Continental stretching: an explanation of the post-mid-Cretaceous subsidence of the Central North Sea Basin. *J. Geophys. Res.*, 85: 3711-3739.
- Soria, J.M. (1993): *La sedimentación neógena entre Sierra Arana y el Río Guadiana Menor (Cordillera Bética Central). Evolución desde un margen continental hasta una cuenca intramontañosa*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 292 p. (inédita)
- Soria, J.M. (1994): Sedimentación y tectónica durante el Mioceno en la región Sierra Arana - Mencil y su relación con la evolución geodinámica de la Cordillera Bética. *Rev. Soc. Geol. España*, 7: 199-213.
- Soria, J.M., Estévez, A. y Serrano, F. (1992): Silexites et roches volcanoclastiques burdigaliennes de la Zone subbétique centrale (région du Río Fardes-Mencil, Espagne méridionale). Signification géodynamique. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 314-II: 1219-1226.
- Soria, J.M., Rodríguez Fernández, J. y Serrano, F. (1988): Características sedimentarias del Mioceno medio (Serravaliense) al oeste del Mencil. Cordilleras Béticas Centrales. *II Congreso Geológico de España, Granada. Comunicaciones*, 1: 213-216.
- Tankard, A.J. (1986): On the depositional response to thrusting and lithospheric flexure: examples from the Appalachian and Rocky Mountain Basins. En: *Foreland Basins* (P.A. Allen y P. Homewood, Eds.), *Spec. Publ. Int. Assoc. Sediment.*, 8: 369-394.
- Van Hinte, J.E. (1978): Geohistory analysis - Application of micropaleontology in exploration geology. *A.A.P.G. Bulletin*, 62: 201-222.
- Vera, J.A. (1970): Estudio estratigráfico de la Depresión Guadix-Baza. *Bol. Geol. Min.*, 81: 429-462.

Manuscrito recibido el 10 de Mayo de 1997

Aceptado el manuscrito revisado el 9 de Enero de 1998