



Caracterización estratigráfica y evolución de los depósitos lacustres en la Cuenca de Guadix (Cordillera Bética)

J.M. SORIA⁽¹⁾ Y J. FERNÁNDEZ⁽²⁾

(1) Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Cristóbal Bordú, 35 entr. A, 28003 Madrid.

(2) Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada. Fuentenueva s/n, 18002 Granada.

RESUMEN

En el relleno continental de la Cuenca de Guadix se han separado cuatro grandes unidades que contienen depósitos lacustres, lateralmente relacionados con depósitos aluviales hacia los bordes de la cuenca. La distinción se apoya en diferencias marcadas de distribución espacial, facies y espesor, que reflejan cambios paleogeográficos determinados, probablemente, por la tectónica en la cuenca y en sus bordes y por el clima.

La Unidad Basal (I), de edad Mioceno terminal, muestra facies propias de lagos con sedimentación terrígena y episodios de playa-lake hacia el techo; aflora en el extremo septentrional de la cuenca y su depósito, probablemente, estuvo controlado por la actuación de fracturas NW-SE. La Unidad II, de edad Plioceno presenta facies mayoritariamente carbonatadas, típicas de lagos someros; su distribución debió estar controlada por la actuación del accidente Cádiz-Alicante. En la Unidad III, de edad Pleistoceno inferior y medio, se presentan al igual que en la anterior facies carbonatadas, pero con mayor contenido en elementos terrígenos, y controlada durante su desarrollo por el accidente NW-SE del oeste del Mencil. Por último, en la Unidad Terminal (IV), de edad Pleistoceno superior, las facies lacustres son de carácter mixto terrígeno-carbonatadas, representando el depósito en lagos pequeños, aislados y dispersos; su depósito coincide con un episodio cálido y húmedo típico de condiciones interglaciares.

Palabras clave: Unidades lacustres. Estratigrafía. Cuenca de Guadix. Cordilleras Béticas.

ABSTRACT

The continental sequence of the Guadix basin comprises four large stratigraphic units, with lacustrine deposits laterally related with alluvial deposits at the basin margins. The distinction is supported by clear differences on the spacial distribution, facies and thickness, which reflect palaeogeographical changes determined by tectonic movements in the basin and its margins, and by the climate.

The Basal Unit (I), late Miocene in age, consists of terrigenous lacustrine facies with some playa-lake deposits at the top; it crops out at the northern margin of the basin and its deposition was probably controlled by the movements of NW-SE faults. The second unit (II), of Pliocene age, consists mainly of shallow-lacustrine carbonate facies, and it was controlled in its distribution by the Cádiz-Alicante accident. The third unit (III), of lower-middle Pleistocene age, shows carbonate facies with a higher terrigenous content, its deposition was controlled by the NW-SE fault placed to the west of the Mencil relief. The uppermost unit (IV), of Upper Pleistocene age, consists of a mixture of terrigenous and carbonate sediments deposited in small, isolated and dispersed lakes during a warm and humid interglacial episode.

Key words: Lacustrine units. Stratigraphy. Guadix basin. Betic Cordilleras. Southern Spain.

INTRODUCCIÓN

La cuenca de Guadix se sitúa en el sector central de las Cordilleras Béticas, sobre el contacto entre las zonas Externas y las zonas Internas (Fig. 1). Las primeras afloran al N y NW y están constituidas por materiales sedimentarios mesozoicos y terciarios pertenecientes al Subbético y Prebético; las segundas constituyen los relieves situados al S formados por rocas metamórficas triásicas pertenecientes a los complejos Alpujarride, Nevado-Filábride y Maláguide.

Como tal cuenca quedó definida paleogeográficamente en el Mioceno superior, a partir de la etapa compresiva finiserravallense (sensu Estévez *et al.*, 1984), momento en el que se inicia el cierre del estrecho nordbético, dominio que ocupaba en parte la actual posición de la Cuenca de Guadix (Soria *et al.*, 1988). A partir de este momento, esta cuenca participa de una conexión cada vez más precaria con el Atlántico y Mediterráneo, hasta el tránsito Tortoniense-Messiniense, cuando se produce su definitiva continentalización (Fernández y Soria, 1988).

Desde el punto de vista tectónico, en la Cuenca de Guadix se encuentran representados los tres grandes sistemas de fracturación definidos por Sanz de Galdeano (1983) en todo el ámbito de las Cordilleras Béticas. De estos tres sistemas (N70E a E - W, N120E a N150E y NNE a NE) son los dos primeros los que tienen una mayor importancia en cuanto a las deformaciones visibles en los materiales que rellenan la cuenca (Fig. 2).

El presente trabajo pretende estudiar los materiales lacustres en relación con el nuevo esquema de distribución de unidades continentales que los autores proponen. Se da una visión detallada de la estratigrafía, secuencias y facies lacustres dentro del conjunto de toda la cuenca. Para ello se cuenta con el apoyo paleontológico de numerosos trabajos publicados previamente.

ESTRATIGRAFIA DEL RELLENO CONTINENTAL

En el relleno continental de la cuenca de Guadix se pueden separar cuatro grandes unidades, cuyos límites corresponden a importantes cambios en la sedimentación y a momentos paleogeográficamente contrastados en su evolución (Fig. 3). Estas unidades de más antigua a más moderna son:

Unidad Basal (I)

Está representada por una formación lacustre predominantemente lutítica, que reposa hacia el centro de

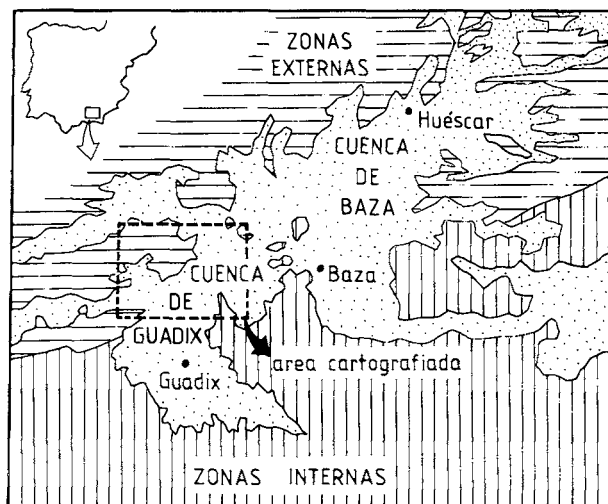


Figura 1. - Esquema de localización del área estudiada.

Figure 1. - Location scheme of the studied area.

la cuenca en aparente concordancia sobre los últimos materiales marinos descritos (Fernández y Soria, 1988). Comprende, hacia los bordes de la cuenca, la Formación de Brechas del Río Gor (Viseras y Fernández, 1988) y el conglomerado de Villanueva de las Torres (Fernández y Soria, 1988). Su edad estaría comprendida entre el techo del Tortoniense (últimos depósitos marinos) y la base del Plioceno; o lo que sería lo mismo, la parte superior del Turoliense medio (Zona 12 de Mein) y el Turoliense superior (Zona 13 de Mein). Algunos yacimientos de vertebrados, como el de Pino Mojón recientemente descrito por Sesé (1989) y atribuido a la Zona 13 de Mein, quedarían incluidos dentro de esta unidad.

Unidad II

Se superpone a la anterior con un tránsito gradual. Equivaldría a la parte inferior de la Formación de Guadix y de la Formación de Gorafe-Huélogo de Vera (1970), al Miembro Inferior de Fernández *et al.* (1986) y a la Unidad Inferior de Alonso Diago (1986 y 1989). Su edad abarcaría desde el Rusciniense inferior (Zona 14 de Mein) hasta el Rusciniense superior (Zona 15 de Mein), presentando yacimientos de vertebrados como los de Gorafe A y B (Ruiz Bustos *et al.*, 1984) y como

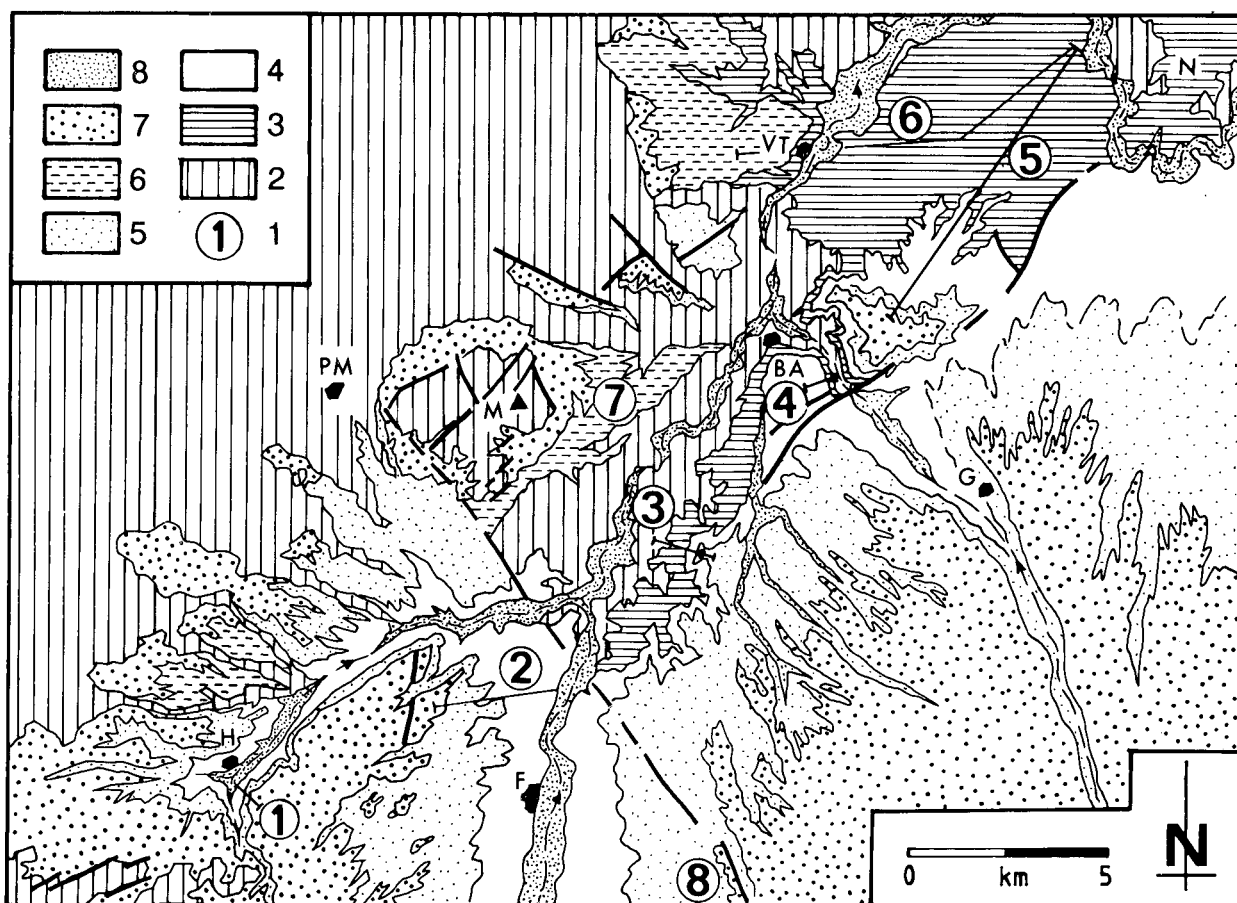


Figura 2.- Cartografía geológica de las unidades continentales de la Cuenca de Guadix. Leyenda: 1.- Ubicación de las sucesiones analizadas. Poblaciones: H.- Huélago; F.- Fonelas; PM.- Pedro Martínez; BA.- Baños de Alicún; G.- Gorafe; N.- Negratín; VT.- Villanueva de las Torres; M.- Mencal; 2.- Substrato Subbético; incluyendo los depósitos marinos del Mioceno medio y superior; 3.- Unidad Basal (I); 4.- Unidad II; 5.- Unidad III; 6.- Unidades II + III; 7.- Unidad Terminal (IV); 8.- Terrazas y depósitos fluviales recientes.

Figure 2.- Geological map showing the continental units of the Guadix Basin. Legend: 1.- Location of the analyzed profiles. Villages: H.- Huélago; F.- Fonelas; PM.- Pedro Martínez; BA.- Baños de Alicún; G.- Gorafe; N.- Negratín; VT.- Villanueva de las Torres; M.- Mencal; 2.- Subbetic substratum, including marine deposits of Middle-Upper Miocene age; 3.- Basal Unit; 4.- Unit II; 5.- Unit III; 6.- Units II + III; 7.- Top Unit; 8.- Terraces and recent fluvial deposits.

los de Fonelas y Cortijo de Muros, entre otros (Alonso Diago, 1986 y 1989).

Unidad III

Coincide con la parte superior de la Formación de Guadix y de la Formación de Gorafe-Huélago de Vera (1970), con el Miembro Superior de Fernández *et al.*, (1986) y con la Unidad Superior de Alonso Diago (1986 y 1989). Su edad abarcaría desde el Villafranchense inferior (Zona 16 de Mein) hasta el tránsito Pleistoceno medio - superior, y dentro de ella se sitúan yacimientos de vertebrados como los de Huélago, Cortijo de Tapia y Las Mesillas, entre otros (Peña, 1985 y Alonso Diago, 1986 y 1989).

Unidad Terminal (IV)

Fallot *et al.* (1967) plantearon la necesidad de una separación estratigráfica hacia el techo de las «Capas claras del Rio Fardes», definiendo un nivel característico que coincide con la Unidad Terminal del presente trabajo. Esta misma denominación ha sido utilizada por Soria y Duran (1988) y Soria *et al.* (1988). Incluye el nivel lacustre de la Solana del Zamborino de Vera (1970) y otros niveles lacustres estratigráficamente equivalentes y sistemas aluviales hacia los bordes de la cuenca, equivalentes en parte con el sistema de abanicos aluviales y glaciares terminales de Alonso Diago (1986 y 1989). Su edad abarca desde el tránsito Pleistoceno medio-superior hasta el Pleistoceno superior indeterminado (Martín Penela, 1988). En su base

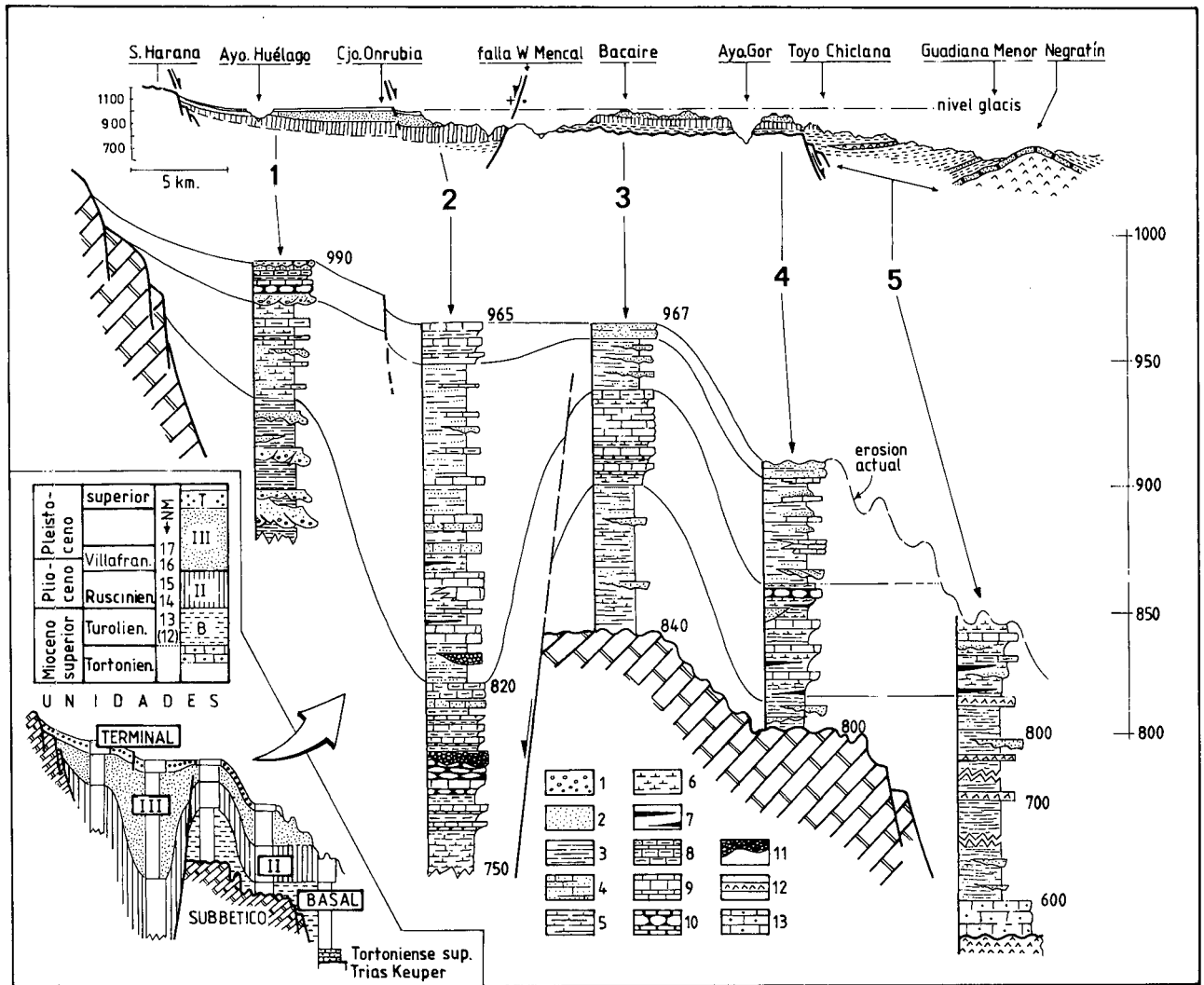


Figura 3.- Esquema de distribución de unidades continentales y principales sucesiones con términos lacustres en la Cuenca de Guadix. Véase en la fig.2 la localización de los perfiles estratigráficos. Legenda: 1.- Conglomerados, 2.- Arenas; 3.- Lutitas; 4.- Areniscas cementadas; 5.- Calculitas; 6.- Margas; 7.- Margas carbonosas y lignitos; 8.- Margocalizas; 9.- Calizas; 10.- Calizas nodulosas; 11.- Cuerpos lenticulares de oncolitos; 12.- Niveles de evaporitas; 13.- Calcarenitas bioclásticas marinas.

Figure 3. - Distribution of continental units and main successions with lacustrine terms in the Guadix Basin. See fig.2 for location of the studied successions. Legend: 1.- Conglomerates; 2.- Sands; 3.- Siltstone; 4.- Sandstones; 5.- Calcareous siltstone; 6.- Marls; 7.- Carbonaceous marls and coal; 8.- Carbonatic marls; 9.- Limestones; 10.- Nodular limestones; 11.- Oncolitic lenticular bodies; 12.- Evaporitic levels; 13.- Marine skeletal sandstones.

se localiza el yacimiento paleontológico-arqueológico de la Solana del Zamborino y su techo coincide con un glacis encostrado (nivel de colmatación de la cuenca).

SUCESIONES, SECUENCIAS Y FACIES LACUSTRES

Unidad Basal (Unidad I)

Los principales afloramientos de esta unidad, únicamente constituidos por facies lacustres, se encuentran en el

extremo norte de la cuenca. En este punto el substrato está constituido por materiales de la Zona Subbética, factor que condiciona fuertemente la naturaleza litológica de los materiales lacustres. No obstante, hacia el techo, se aprecia alguna influencia de aportes procedentes de las Zonas Internas (Sierra Nevada).

Para la caracterización de los depósitos lacustres de esta unidad se han elegido dos sucesiones, ubicadas en la terminación septentrional de la cuenca (números 5 y 6 de las figuras 2 y 4) entre la localidad de Villanueva de las Torres y el río Guadiana Menor, en las proximidades del Negratín. En este sector se pueden constatar espesores en torno a 200m.

Desde el punto de vista litológico las sucesiones analizadas están constituidas por lutitas con intercalaciones lenticulares de sedimentos detríticos más gruesos (arenas y conglomerados). El color de las lutitas, así como el espesor y tamaño de grano de las intercalaciones groseras varía según su posición en el lago. Otras litologías minoritarias son: niveles de yesos (de espesor comprendido entre 50 cm y 1 m), y margas y margocalizas con gasterópodos y caráceas.

Para entender las facies y secuencias lacustres debe tenerse en cuenta que en relación con el lago se desarrolló un abanico deltaico de procedencia norte. De tal modo que en las partes más marginales del lago y por consiguiente con mayor influencia del abanico deltaico, la sucesión se caracteriza por la repetición de secuencias de orden decamétrico de tipo *thickening-upward* (atendiendo al espesor de las capas de arenas y conglomerados), cuya génesis se relaciona con un incremento en la escala de los canales y en la complejidad en los mecanismos de relleno y migración, todo ello relacionado con un comportamiento climático y/o tectónico que implique una reactivación de los sistemas de drenaje en el área fuente. En estas partes marginales del lago se diferencian dos zonas, en relación con las facies finas (lacustres) implicadas: a) Llanura lutítica subacuosa, mejor desarrollada hacia el sureste en la que las facies finas son lutíticas salmon con algunos gasterópodos, materia orgánica y bioturbación por raíces y b) Zona propiamente lacustre, en la que las facies finas son margas y calcilitas grises. Las facies groseras están constituidas por bancos de conglomerados cuyo espesor varía de escala métrica a centimétrica y su tamaño de grano de *boulder* a arena. Su estructura interna corresponde a relleno de canales de escala variable y niveles de arenas de escasa continuidad lateral con *ripples* de oscilación y bioturbación. La existencia de estas dos zonas de distinta profundidad dentro de el lago puede ser consecuencia de subsidencia diferencial debida a la actuación de fracturas de dirección NW-SE. Además, la propia zona con sedimentación lacustre en esta época puede estar controlada por fracturas de la orientación indicada.

En las partes más distales la sucesión lacustre está constituida por margas, calcilitas, con algunos niveles de calizas micríticas y arenas con *ripples* de oscilación y bioturbación sin aparente tendencia secuencial.

La serie termina hacia el techo con predominio de facies salmón con niveles groseros intercalados en las áreas marginales y depósito de evaporitas (yesos) en posiciones más distales, integrados en un *playa-lake* (Eugster y Hardie, 1975).

Unidad II

Para su estudio se han elegido tres sucesiones (números 2, 3 y 4 de las figuras 2 y 3), localizadas en el

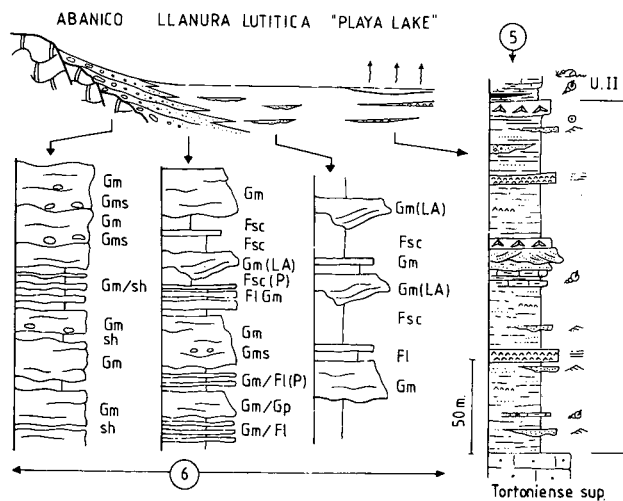


Figura 4.- Unidad Basal (I). Evolución lateral de las facies y características secuenciales. Los números hacen referencia a la posición de las series en las figuras 2 y 3. Para los términos detríticos aluviales se utiliza el código de facies de Miall (1978).

Figure 4.- Basal Unit (I). Sequential arrangement and facies relationships. Number refer to the position of the sequences in figures 2 and 3. Miall's (1978) facies code is used for defining detrital terms.

extremo SW, Zona Central y NE del afloramiento lacustre de la unidad. Presentan importantes variaciones de potencias de unos puntos a otros (Fig. 3, 70m en la sucesión 2 y aproximadamente la mitad en las sucesiones 3 y 4), lo que puede ser debido a la actuación de la falla de dirección NW-SE al W del Mencal, que debió ser activa al tiempo del depósito, generando un polo más subsidente hacia el W.

En términos generales, las sucesiones estudiadas están constituidas por bancos de litología fundamentalmente carbonatada; calizas con una amplia variedad de tipos litológicos y texturales, margocalizas, margas y calcilitas. De forma dispersa en la vertical aparecen depósitos detríticos (limos, arenas y microconglomerados). Como rasgo significativo hay que señalar los abundantes y rápidos cambios laterales de estas litologías en toda la extensión de los afloramientos lacustres de la unidad.

En cuanto a las secuencias lacustres podemos diferenciar los siguientes tipos básicos (los términos secuenciales se enumeran de base a techo y están representados en la figura 5).

Secuencia a)

1.- Marga o calcilitita masiva con elevado contenido de terrígenos hacia la base, y de carbonatos y materia orgánica hacia el techo.

2.- Margocaliza nodulosa. Intramicrita (intraclastos micríticos más puros) con abundantes huecos rellenos de esparita y cierto contenido en terrígenos.

3.- Caliza compacta clara con abundantes huecos fenestrales, mallas de algas, oncolitos y algunos moldes de evaporitas. Se puede tratar bien de micritas o intramicritas (con intraclastos de hasta 1 cm), o bien de biomicritas con fragmentos de gasterópodos y ostrácodos.

Esta secuencia puede presentar espesores entre 10 cm. y 10 m. El intervalo más potente es siempre el 1 que llega a alcanzar hasta 7 m.

Secuencia b)

1.- Marga o calcilitita masiva con mayor o menor contenido en terrígenos.

2.- Caliza masiva (micrita o intramicrita) con gasterópodos, bioturbación vertical de raíces, cantos negros y poros fenestrales.

Su potencia puede oscilar entre 30 cm y 4 m.

Secuencia c)

1.- Marga o calcilitita masiva.

2.- Margocaliza masiva bastante homogénea. Micrita, dismicrita o intramicrita con cantos negros, intraclastos muy dispersos y huecos rellenos de esparita.

La potencia oscila entre 20 cm y 2 m.

Secuencia d)

Constituida por un solo intervalo litológico, pero con variaciones minoritarias en la vertical. Se trata de margas con abundantes bioturbaciones verticales de raíces hacia el techo, que desaparecen totalmente en la base. Pueden aparecer niveles lenticulares de oncolitos. Su potencia no sobrepasa los 2 m.

Secuencia e)

1.- Calizas y margocalizas masivas o con ligera tendencia nodulosa, con cantos negros, restos de raíces, gasterópodos y oncolitos dispersos.

2.- Margas y calcilititas muy enriquecidas en materia orgánica, de tonos oscuros, con trazas, hiladas y ocasionalmente niveles centimétricos de lignito. Abundantes gasterópodos y restos de roedores. De forma frecuente

aparecen coloraciones amarillas originadas por la presencia de azufre, así como vetas y cristales de yeso.

Su potencia oscila entre 20 cm y 1 m.

Secuencia f)

1.- Lutitas y margocalizas rosas y marrones con un contenido en gasterópodos decreciente hacia la base.

2.- Lutitas grises o blancas, ocasionalmente formando una lumaquela de gasterópodos.

3.- Margas carbonosas o lignitos con gasterópodos, restos de roedores, fragmentos de macrofitas, concrecciones calcáreas y azufre.

La potencia oscila entre 5 y 50 cm.

A parte de estas secuencias, consideradas como las más representativas, se pueden presentar otra serie de asociaciones de los intervalos antes descritos y que podrían definir un mayor número de secuencias secundarias.

El depósito de esta unidad ocurre en un momento en que la cuenca es claramente asimétrica con una zona lacustre alargada coincidente con el eje de la misma y con la traza del accidente Cádiz-Alicante (Sanz de Galdeano, 1983). Con este sistema lacustre conectarían distalmente sistemas aluviales de procedencia norte y sur, si bien los aportes indican claramente que la influencia es mayor de los sistemas de drenaje de procedencia Sur (Sierra Nevada). Temporalmente debió también existir un drenaje longitudinal coincidente en su trazado con las áreas lacustres (Viseras y Fernández, 1989).

Las facies y secuencias descritas en párrafos precedentes se pudieron originar en una zona lacustre en la que estuvieron presentes los siguientes subambientes (Arribas *et al.*, 1988): 1) Llanura lúfrica caracterizada por la presencia de limos con algunos canales arenosos de dimensiones reducidas. 2) Zonas de encharcamiento palustre, con depósito de margas carbonosas con gasterópodos y restos vegetales. 3) Orla palustre carbonatada, caracterizada por la presencia de calizas bioturbadas por raíces, calizas nodulosas, costras calcáreas y margas nodulosas, y finalmente 4) Lacustre, en el que se formarían calizas algales laminadas y oncolíticas, calizas fosilíferas, calizas margosas y margas.

Las secuencias elementales son características de una evolución reactiva de las áreas lacustres. Para el caso más completo y mejor representado en la Unidad II, la secuencia a, se tendría una evolución del lago con pérdida progresiva de lamina de agua (somerización), que quedaría registrada en la secuencia por una disminución de terrígenos hacia el techo y un incremento en el contenido en carbonatos en el mismo sentido. Otras secuencias muestran análoga tendencia aunque las

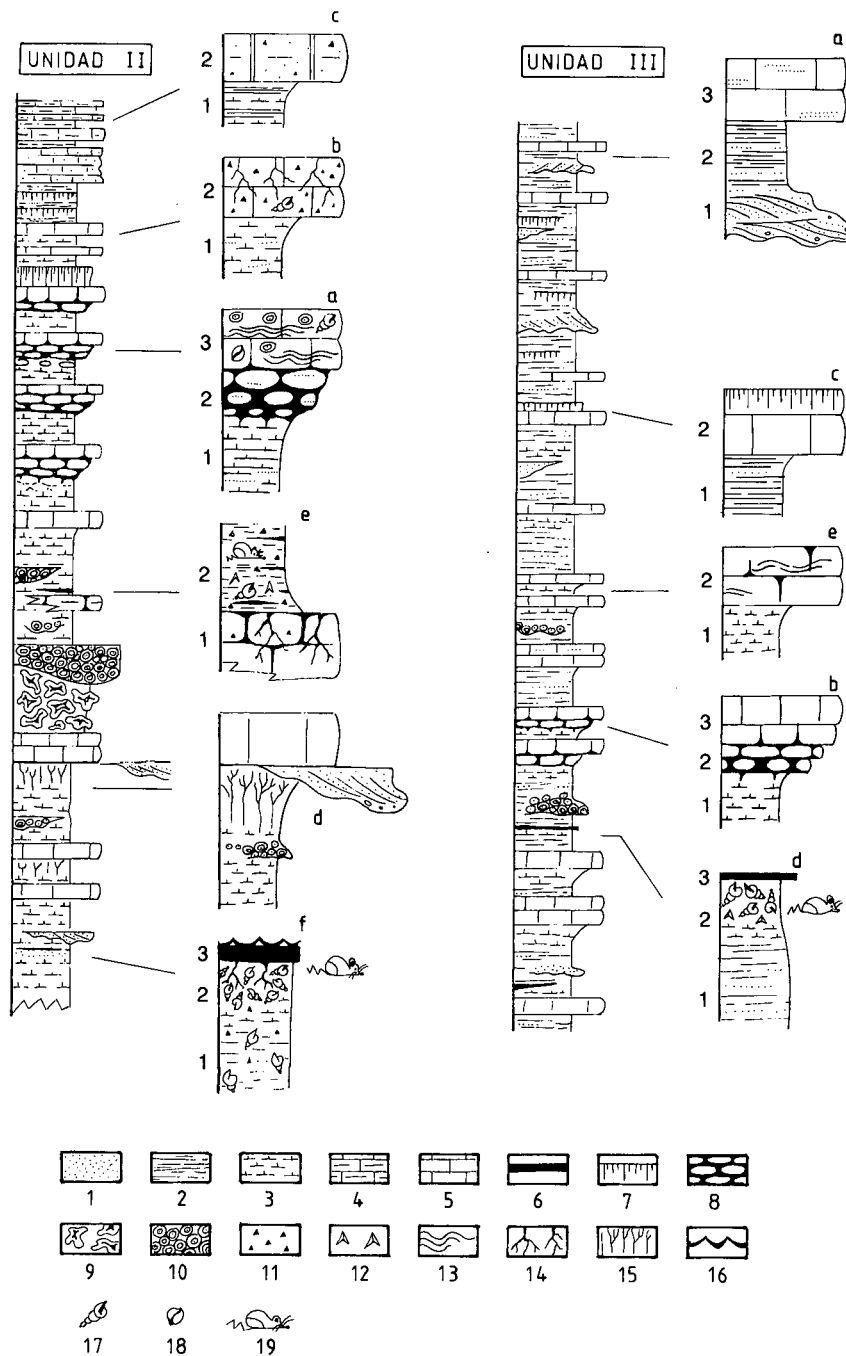


Figura 5.- Secuencias lacustres más características de las Unidades II y III. La escala vertical de las secuencias es muy variable (ver texto). Leyenda: 1.- Terrígenos; 2.- Lutitas y calcilitas; 3.- Margas; 4.- Margocalizas; 5.- Calizas; 6.- Lignitos; 7.- Paleosuelos; 8 y 9.- Nodulización; 10.- Oncolitos; 11.- Cantos negros; 12.- Yeso; 13.- Mallas de algas; 14 y 15.- Bioturbación de raíces; 16.- Grietas de desecación; 17.- Gasterópodos; 18.- Ostrácodos; 19.- Microvertebrados.

Figure 5.- Characteristic lacustrine sequences from Units II and III. Vertical scale is variable (see text). Legend: 1.- Terrigenous; 2.- Silstones and calcareous siltstones; 3.- Marls; 4.- Carbonatic marls; 5.- Limestones; 6.- Coal; 7.- Palaeosoils; 8 and 9.- Nodular structures; 10.- Oncolites; 11.- Black pebbles; 12.- Gypsum; 13.- Algal mats; 14 and 15.- Roots bioturbation; 16.- Mud cracks; 17.- Gastropods; 18.- Ostracods; 19.- Micromammals.

facies integrantes sean diferentes en función de la movilidad de los subambientes implicados. De manera que las secuencias a, b y c son esencialmente lacustres y somerizantes, mientras que las d, e y f, que presentan la misma tendencia se habrían originado en relación con la movilidad de los subambientes marginales del lago.

Si tenemos en cuenta, además del carácter de la sedimentación, la morfología cuneiforme y los rápidos cambios laterales de facies en los niveles donde se han definido las secuencias antes descritas, podemos suponer que el dispositivo paleogeográfico de las áreas lacustres fue extremadamente complejo. Tendríamos representadas un gran número de zonas lacustres someras poco estables y zonas marginales de carácter palustre con gran desarrollo de vegetación. La entrada de agua al medio lacustre s.l. tendría lugar por canales muy dispersos y de pequeña envergadura, rellenos de gravas finas y arenas, y que pueden estar presentes en cualquier situación dentro de la evolución secuencial. Las fases de crecida de los sistemas fluviales se traduciría en el lago por un incremento en terrígenos y expansión.

Unidad III

Como en la unidad anterior, durante la sedimentación lacustre, sistemas aluviales procedentes de los bordes conectarían con las áreas lacustres centrales. En todas las sucesiones estudiadas se aprecia un aumento de terrígenos procedentes de las Zonas Internas (Sierra Nevada) en relación con la unidad infrayacente, lo que se interpreta como una fase de reactivación de los sistemas de drenaje del borde sur de la cuenca. En este momento las áreas lacustres con una profundidad menor pudieron ocupar mayor extensión.

Las facies sedimentarias observadas no difieren sustancialmente de las de la Unidad II. Dominan las sucesiones lutítico margosas con un contenido variable en términos carbonatados (calizas y margocalizas) y en términos detríticos (limos, arenas y conglomerados). Tal y como se observa en la sucesión 2 de la figura 3, existe una manifiesta polaridad en la distribución vertical de las facies, predominando hacia la base los términos carbonatados (en este caso lacustres) y hacia el techo los terrígenos (fluviales y fluvio-lacustres). Este hecho puede interpretarse como una evolución expansiva y somerizante de las áreas lacustres.

En relación con las secuencias elementales de la Unidad III, se han considerado los siguientes tipos básicos (los términos secuenciales se enumeran de base a techo y están representados en la figura 5).

Secuencia a)

- 1.- Gravas finas y arenas con estratificación cruzada planar y en artesa.
- 2.- Lutitas o calcilutitas laminadas.
- 3.- Calizas masivas (micritas o intramicritas), puntualmente con cierto contenido en terrígenos.

La potencia oscila entre 20 cm y 4 m.

Secuencia b)

- 1.- Marga o calcilutita masiva con incremento de terrígenos hacia la base.
- 2.- Margocaliza o caliza nodulosa (intramicrita con huecos rellenos de esparita).
- 3.- Caliza compacta clara con abundantes huecos fenestrales (micritas, intramicritas o biomicritas).

Su potencia varía entre 10 cm y 1.5 m.

Secuencia c)

- 1.- Gravas finas y arenas grises.
- 2.- Calizas masivas claras con signos de edafización a techo.

Potencia entre 70 cm y 5 m.

Secuencia d)

- 1.- Limos calcáreos grises.
- 2.- Margas ocreas con gran contenido en gasterópodos
- 3.- Margas carbonosas o lignitos con óxidos de hierro y cristales de yeso.

Potencia entre 10 y 40 cm.

Secuencia e)

- 1.- Margas masivas.
- 2.- Caliza ligeramente nodulosa con estructuras planares posiblemente debidas a mallas de algas.

Potencia entre 10 y 80 cm.

Como secuencias más características, dada su mayor representación en la Unidad III, tenemos las *a* y *b*. La primera representaría una expansión lacustre tras la entrada de agua por los canales fluviales, generándose tres intervalos: los dos inferiores, 1 y 2, corresponderían a etapas de relleno de canal y desbordamiento respectivamente, el superior 3, reflejaría la última fase dentro de la expansión lacustre. La retracción (con desecación) se produciría tras el depósito del intervalo

calizo 3. La secuencia *b* representa, tras una expansión lacustre previa, la evolución con progresiva pérdida de agua en el lago (somerización), en coincidencia con el mismo tipo definido en la Unidad II. El resto de las secuencias (*c*, *d* y *e*) son el resultado de expansiones lacustres de menor envergadura, finalizando siempre con una fase de desecación a techo, puesta de manifiesto bien por la aparición de paleosuelos (secuencia *c*), de niveles de lignito (secuencia *d*), o bien, de mallas de algas (secuencia *e*).

En general las secuencias elementales muestran tendencias reactivas originadas tras pulsos expansivos marcados por niveles terrígenos relacionados con fases de crecida de los canales fluviales.

De igual forma que ocurría con la unidad infrayacente, las facies lacustres cambian lateralmente de forma frecuente y rápida, hecho que refleja la compleja repartición y evolución de las áreas lacustres tanto en el espacio como en el tiempo. Durante el depósito de esta unidad no se manifiesta el efecto sinsedimentario del Accidente Cádiz-Alicante, pero sí continúa la actividad de la falla W del Mencal de dirección N40-45W que fue la responsable de la generación de un gran polo subsidente al SW de la misma, depositándose series de más de 130m (sucesión 2 de la figura 3). Este último valor contrasta fuertemente con las potencia medias de esta unidad que oscilan entre 40 y 50 m. (sucesiones 1 y 4 de la figura 3).

Unidad Terminal (IV)

En la Unidad Terminal los depósitos lacustres forman cuerpos sedimentarios de pequeñas proporciones, aislados y repartidos en toda la extensión de la cuenca. Las principales sucesiones que se pueden observar son de escasa potencia y cambian rápidamente a formaciones detríticas de carácter aluvial. Para el análisis de las facies lacustres de esta unidad se han elegido tres series (números 1, 7 y 8 de la figuras 2 y 3) y que se encuentran esquematizadas en la figura 6.

En relación con las secuencias lacustres se han definido los siguientes tipos básicos, (los términos secuenciales se enumeran de base a techo y están representados en la figura 6):

Secuencia a)

- 1.- Margas y lutitas masivas claras.
 - 2.- Margas, calcilutitas y niveles lenticulares de calizas.
 - 3.- Calizas o calizas margosas con estructura nodulosa.
- Su potencia oscila en torno a 6 m.

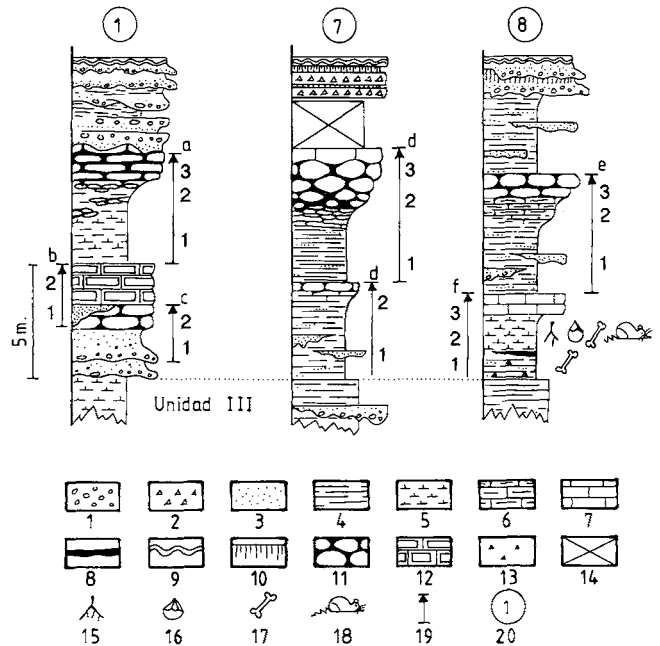


Figura 6.- Sucesiones y secuencias lacustres más representativas de la Unidad Terminal (IV). Leyenda: 1.- Conglomerados; 2.- Brechas; 3.- Arenas; 4.- Lutitas; 5.- Margas; 6.- Margocalizas; 7.- Calizas; 8.- Margas carbonosas y lignitos; 9.- Costras calcareas; 10.- Paleosuelos; 11.- Nodulización; 12.- Estructura tableada; 13.- Pintas de carbón; 14.- Tramo cubierto o falta de información; 15.- Raíces; 16.- Industria lítica; 17.- Macrovertebrados; 18.- Microvertebrados; 19.- Secuencias e intervalos; 20.- Números correspondientes a la ubicación de las series en las figuras 2 y 3.

Figure 6.- Representative lacustrine successions and sequences of the Top Unit (IV). Legend: 1.- Conglomerates; 2.- Breccias; 3.- Sands; 4.- Siltstones; 5.- Marls; 6.- Carbonatic marls; 7.- Limestones; 8.- Carbonaceous marls and coal; 9.- Carbonatic crusts (caliche); 10.- Palaeosols; 11.- Nodular structures; 12.- Planar structures; 13.- Coal particles; 14.- Lack of information; 15.- Roots; 16.- Lithic industries; 17.- Macromammals; 18.- Micromammals; 19.- Sequences and intervals; 20.- Numbers refer to location of series in figures 2 and 3.

Secuencia b)

- 1.- Arenas finas en bancos de rápido acuñamiento lateral.
- 2.- Calizas tableadas con disyunción en plaquetas y estructuras *tepees*.

Secuencia c)

- 1- Gravas y microconglomerados que pasan hacia el techo a arenas.
- 2.- Calizas nodulosas.

Potencia entre 1 y 2 m.

Secuencia d)

- 1.- Lutitas o calcilitas arenosas y gravas finas.
- 2.- Calizas progresivamente más nodulosas hacia la base.
- 3.- Calizas compactas masivas.

Potencia entre 5 y 7 m.

Secuencia e)

- 1.- Arcillas y limos rojos con gran número de lentejones detríticos.
- 2.- Margocaliza en bancos delgados y de ligero aspecto tableado.
- 3.- Calizas nodulosas.

Potencia en torno a 5 m.

Secuencia f)

- 1.- Limos sueltos de colores grises malvas con óxidos de hierro, trazas de carbón y hacia el techo un nivel centimétrico de lignito.
- 2.- Margas verdes con óxidos de hierro, restos de raíces, abundante industria lítica y restos de macro y microvertebrados. Yacimiento de la Solana del Zamborino.
- 3.- Limos sueltos de colores grises y malvas con óxidos de hierro, fragmentos carbonosos y un nivel lignitoso centimétrico a techo.

Su potencia es próxima a 2 m.

Las facies y sucesiones descritas coinciden con antiguas áreas lacustres someras sometidas a una gran influencia de los sistemas fluviales, que en ese momento dominaban arealmente formando un dispositivo de *braid plain* (García Aguilar, 1986). Las secuencias en general muestran episodios expansivos lacustres que evolucionan con una tendencia de somerización a techo.

En todos los casos el intervalo inferior refleja la fase de inundación, con gran contenido en terrígenos, mientras que los restantes intervalos son consecuencia de la progresiva pérdida de lámina de agua, con incremento de precipitación química y disminución de material sólido en suspensión hacia el techo.

De forma similar a lo que ocurría con la anterior unidad, esta es el registro de otra reactivación de los sistemas de drenaje del borde meridional de la cuenca, y que Soria y Durán (en prensa) relacionan con el cambio climático del interglacial Riss-Wurm.

CONCLUSIONES

Se han diferenciado cuatro unidades en el relleno continental de la cuenca. Cada una de ellas contiene depósitos lacustres diferentes en su distribución areal, facies y potencia.

La Unidad Basal (I), de edad Mioceno terminal, presenta depósitos lacustres en posiciones septentrionales de la cuenca, tal vez controlada en su distribución por accidentes NW-SF y/o NE-SW. Sus facies indican que se trata de un lago con predominio de sedimentación terrígena, relacionado lateralmente con abanicos deltaicos procedentes de los relieves subbéticos que aíslan la cuenca por el norte, y con mucha menor influencia sistemas fluviales de procedencia sur (Sierra Nevada).

Sobre la unidad basal se desarrolla la Unidad II, de edad pliocena, en la que tanto la posición de las antiguas áreas lacustres, como las facies y los aportes cambian netamente. Durante el depósito de esta unidad el accidente Cádiz-Alicante controla la posición del eje más subsidente de la cuenca, asiento de los depósitos lacustres. Sus facies son propias de lagos con sedimentación carbonatada, bastante someros y a los que llegaban aportes de materiales metamórficos procedentes de las Zonas Internas.

La Unidad III, de edad comprendida entre el Pleistoceno inferior y medio, supone de nuevo un importante cambio en el dispositivo paleogeográfico. Las áreas lacustres se desplazan hacia el norte y los puntos más subsidentes se localizan al oeste del Mencil, lo que pudo estar relacionado con el levantamiento de Sierra Nevada y la actuación de accidentes NW-SE respectivamente. Las facies lacustres muestran episodios de sedimentación carbonatada y una gran influencia de aportes metamórficos procedentes de la sierra.

Por último, durante el Pleistoceno superior, tiene lugar el depósito de la Unidad Terminal (IV). Las áreas de sedimentación lacustre, generalmente de pequeñas dimensiones, se presentan aisladas y desconectadas entre sí, formando parte de un complejo aluvial, tipo «*braid plain*». Las facies indican que se trata de lagos someros con sedimentación carbonatada y fuerte influencia de los sistemas aluviales procedentes de Sierra Nevada.

En suma se pone de manifiesto la existencia de cuatro unidades con sedimentación lacustre en el relleno continental de la cuenca de Guadix. Sus variaciones de espesor, facies y extensión reflejan cambios en la paleogeografía probablemente determinados por movimientos tectónicos en la cuenca y en sus bordes. Las facies terrígenas y carbonatadas muestran la influencia del clima y del área fuente en cada unidad. Por último, a medida que la cuenca se fue rellenando, los

lagos se hicieron más someros y extensos, reflejando una evolución paleogeográfica hacia condiciones de homogenización de relieves y disminución de diferencias topográficas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean mostrar su agradecimiento al Dr. Anadón por la revisión crítica de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO DIAGO, M.A., 1986: Situación estratigráfica de los yacimientos de vertebrados del borde oeste de la depresión de Guadix-Baza (zona de Huélago y Fonelas). *Geogaceta*, 1: 7-9.
- ALONSO DIAGO, M.A., 1989: La sedimentación continental Plioceno en la zona occidental de la Depresión de Guadix-Baza. Evolución geodinámica del área. In M.T. Alberdi y F.P. Bonadonna, eds. *Geología y Paleontología de la Cuenca de Guadix-Baza. Trabajos sobre el Neógeno y Cuaternario*, 11: 55-78.
- ARRIBAS, M.E., FERNÁNDEZ, J. y GARCÍA AGUILAR, J., 1988: Análisis sedimentológico de los materiales lacustres (Formación de Gorafe-Huélago) del sector central de la depresión de Guadix. *Estudios Geológicos*, 4: 61-73.
- EUGSTER, H.P. y HARDIE, L.A., 1975: Sedimentation in an ancient playa-lake complex: the Wilkins Peak Member of the Green River Formation of Wyoming. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 86: 319-334.
- 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 bioestratigráfica del Serravallense. *Mediterránea, Ser. Geol.*, 3: 140-151.
- FALLOT, P., FAURE MURET, A. y FONTBOTÉ, J.M. 1967: Observations sur la partie occidentale de la formation de Guadix. *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, 78: 1-48.
- FERNÁNDEZ, J., GARCÍA AGUILAR, J.M. y VERA, J. 1986-1987: Evolución de facies abanico aluvial-fluvial-lacustre en el Plioceno de la depresión de Guadix-Baza. *Acta Geol. Hispanica*, 21-22: 83-90.
- FERNÁNDEZ, J. y SORIA, J.M., 1988: Posición estratigráfica, relaciones de facies y control tectónico del Abanico de Villanueva. Mioceno terminal. Depresión de Guadix. *Simposios II Congreso Geológico de España*, 291-298.
- GARCÍA AGUILAR, J.M., 1986: Análisis sedimentológico de la Depresión de Guadix. (Transversal Gor-Alicún de Ortega, Granada). *Tesis de Licenciatura*, Univ. Granada, 189 p.
- MARTÍN PENELA, A. 1988: Los grandes mamíferos del yacimiento Achelense de la Solana del Zamborino (Fonelas, Granada). *Antropología y Paleocología humana*, 5: 29-188.
- MIALL, A.D., 1978: Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. In A.D. Miall, ed. *Fluvial sedimentology. Mem. Can. Soc. Petrol. Geol.*, 5: 597-604.
- PEÑA, J.A. 1985: La Depresión de Guadix-Baza. *Estudios Geológicos*, 41: 33-46.
- RUIZ BUSTOS, A., SESE, C., DABRIO, C., PEÑA, J.A. y PADIAL, J., 1984: Geología y fauna de micromamíferos del nuevo yacimiento del Plioceno inferior de Gorafe A (Depresión de Guadix-Baza, Granada). *Estudios Geológicos*, 40: 231-241.
- SANZ DE GALDEANO, C. 1983: Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas. *Estudios Geológicos*, 39: 157-165.
- SESE, C. 1989: Micromamíferos del Mioceno, Plioceno y Pleistoceno de la Cuenca de Guadix-Baza (Granada). In M.T. Alberdi y F.P. Bonadonna eds. *Geología y Paleontología de la Cuenca de Guadix-Baza. Trabajos sobre el Neógeno y Cuaternario*, 11: 185-214.
- SORIA, J.M. y DURÁN, J.J. (en prensa): Caracterización estratigráfica y significado de la Unidad Terminal en las Cuencas de Granada y Guadix (Cordilleras Béticas). *Mediterránea, Ser. Geol.*
- SORIA, J.M., RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, J. y SERRANO, F. 1988: Características sedimentarias del Mioceno medio (Serravallense) al oeste del Mencal. Cordilleras Béticas centrales. *Comunicaciones II Congreso Geológico de España*, 1 213-216.
- SORIA, F.J., SORIA, J.M. y DURÁN, J.J. 1988: Deformaciones recientes en el extremo nororiental de la Cuenca de Baza. (Cordilleras Béticas). *Geogaceta*, 5: 59-61.
- VERA, J.A. 1970: Estudio estratigráfico de la Depresión Guadix-Baza. *Boletín Geológico y Minero*, 81(4): 429-462.
- VISERAS, C. y FERNÁNDEZ, J. 1988: Las brechas del río Gor: una nueva formación en el Neógeno de la Cuenca de Guadix. (Cordilleras Béticas). *Comunicaciones II Congreso Geológico de España*, 1: 221-224.
- VISERAS, C. y FERNÁNDEZ, J. 1989: Sistemas de drenaje transversales y longitudinales en el relleno aluvial de la Cuenca de Guadix (Cordilleras Béticas). *Comunicaciones XII Congreso Español de Sedimentología*. 63-66.