

TURBIDITAS CARBONATADAS DEL CRETACICO INFERIOR
EN EL ARROYO BERCHO, PREBETICO DE JAEN:
INTERPRETACION GENETICA E IMPLICACIONES
PALEOGEOGRAFICAS

POR

M. GARCÍA-HERNÁNDEZ *, A. C. LÓPEZ-GARRIDO *,
P. A. RUIZ-ORTIZ ** y J. A. VERA *

RESUMEN

El análisis de las características sedimentarias de las turbiditas carbonatadas permite precisar la interpretación paleogeográfica del Prebético de Jaén, durante el Cretácico. Se pueden distinguir dos asociaciones de facies: *a)* Turbiditas de estatificación fina, intercaladas en abundante sedimento pelágico, e interpretadas como facies de borde de lóbulo. *b)* Cuerpos turbidíticos lenticulares interpretados como lóbulos de depósito formados por agradación. Aparecen asociadas a una serie depositada en una cuenca que progresivamente se fue haciendo más somera y que terminó con la implantación de una plataforma carbonatada en el Cenomanense. Se calcula que el depósito de las turbiditas debió realizarse a unos pocos centenares de metros de profundidad.

ABSTRACT

The analysis of the sedimentary characteristics of the carbonate turbidites allows to accurate the paleogeographic interpretation of the Prebetic of Jaen. Two types of facies associations can be distin-

* Departamento de Estratigrafía y Departamento de Investigaciones Geológicas, CSIC, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada.

** Departamento de Estratigrafía y Departamento de Investigaciones Geológicas, CSIC, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. Colegio Universitario «Santo Reino», de Jaén.

guished: *a*) Thin bedded turbidites, as intercalations into mainly hemipelagic sediments, interpreted as lobe fringe facies, *b*) Lents like turbiditic bodies corresponding to aggradational depositional lobes. They occur associated to an shallowing upward sequence ending with Cenomanian carbonated platform facies. The turbiditic deposit supodselly took place in a few hundreds meters deep sedimentary basin.

1. INTRODUCCION

Con el nombre de Prebético de Jaén se suele denominar al conjunto de afloramientos más occidentales y meridionales de la Zona Prebética. Según la división de dominios paleogeográficos utilizada (GARCIA-HERNANDEZ *et al.*, 1980) queda englobado en el Prebético Interno.

Se estudia la serie cretácica del Arroyo Bercho, localizada a unos 15 km al ESE de Jaén, en las inmediaciones de Pegalajar (Fig. 1). La serie comprende términos desde el Berriasense inferior, datado con Ammonites, hasta el Cenomanense. Un rasgo característico es la existencia de una sucesión calizo-margosa que en el Valanginense presenta intercalaciones de turbiditas carbonatadas, a las que se superponen otras terrígenas. Por su parte el Vraconense es margo-calcáreo y el Cenomanense muestra facies de calizas de plataforma.

El interés de este trabajo se centra en los siguientes aspectos:

a) La descripción, datación e interpretación sedimentaria de la serie cretácica y de los cuerpos turbidíticos carbonatados a ella asociada.

b) Consideraciones sobre la profundidad del depósito de estas turbiditas.

c) El significado paleogeográfico de esta serie en el contexto de la Zona Prebética.

2. ESTRATIGRAFIA

La serie se ha levantado, para los términos inferiores, a lo largo del cauce del Arroyo Bercho donde su buena exposición permite analizar las relaciones geométricas de los cuerpos turbidíticos. Para los términos superiores (Vraconense-Cenomanense) se ha levantado por la ladera NE de dicho Arroyo desde las proximidades del Cortijo del Almayar, hasta la cota de Mojón Blanco.

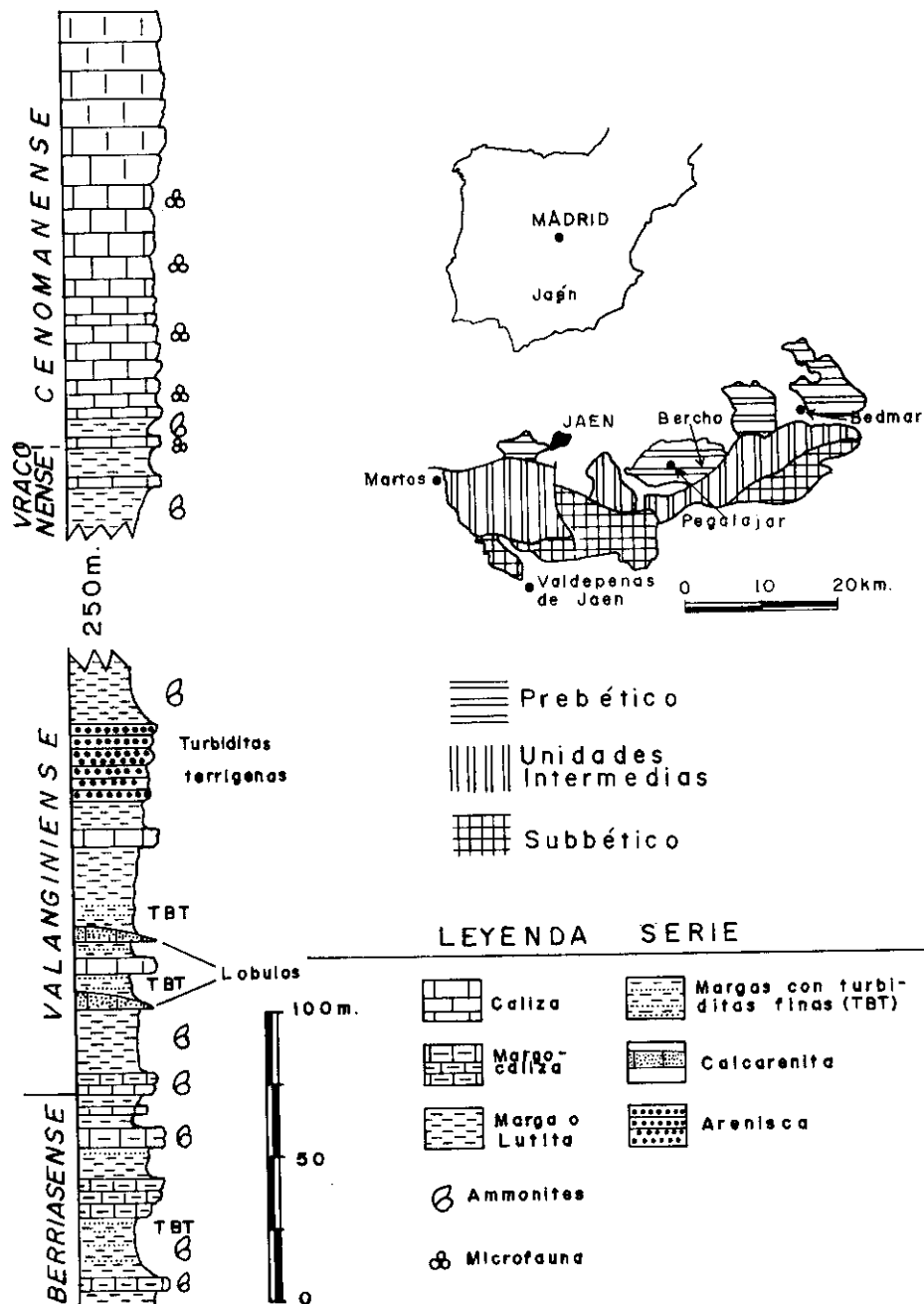


FIG. 1.—Localización geológica y geográfica de la serie del Arroyo Bercho, y serie estratigráfica del Cretácico.

2.1. Berriasense

La parte inferior de la serie presenta una sucesión monótona de margas y margocalizas gris-azuladas, en bancos de 20 a 30 cm, separados por otros de margas de igual o menor espesor. Se pueden diferenciar los siguientes niveles:

A) Más de 10 m de margas y margocalizas en las que se intercalan delgados niveles limosos, con restos de vegetales. La fauna de ammonites encontrada es: *Berriasella* gr. *paramacilenta* MAZENOT, *Protetragonites* sp. y *Fauriella* sp.

B) 19 m de calizas margosas y margas grises oscuras. Aparecen los primeros niveles turbidíticos constituidos por capas finas (*thin bedded turbidites*) de 1 a 5 cm de espesor y secuencias *Tc* esencialmente. Se observan restos de plantas a lo largo de todo el tramo, y en la base se ha encontrado *Berriassella* sp.

C) 26 m predominantemente margosos con restos de ammonites inclasificables y abundante bioturbación. Existen algunos niveles de calizas y margocalizas que en la parte superior presentan intercalaciones de turbiditas finas (2 cm de espesor) de características análogas a las del tramo anterior.

D) 17,5 m. La mitad inferior es de calizas margosas con *Phylloceras* sp. *Neolissoceras* sp. y *Fauriella* sp. La mitad superior es más margosa, aunque presenta intercalaciones de calizas en bancos potentes; ha suministrado *Leptoceras studeri* (OOSTER).

2.2. Valanginiense

La serie estratigráfica continúa con:

E) 9,6 m de calizas margosas en bancos de 30 cm de espesor medio que han suministrado *Thurmaniceras* gr. *otopeta* THIEULOUY *Thurmaniceras* sp. y *Neolissoceras* sp. que datan la base del Valanginiense inferior.

F) 23 m de margas con *Neolissoceras grassianum* (D'ORB.), *Neolissoceras* sp., *Thurmaniceras otopeta* THIEULOUY, *Berriassella* sp., *Olcostephanus* sp. *Fauriella* sp. y *Tirnovella* sp. del Valanginiense inferior.

G) 5,5 m de turbiditas carbonatadas que constituyen el primer cuerpo sedimentario lenticular (Fig. 2) cuyo estudio se realiza separadamente.

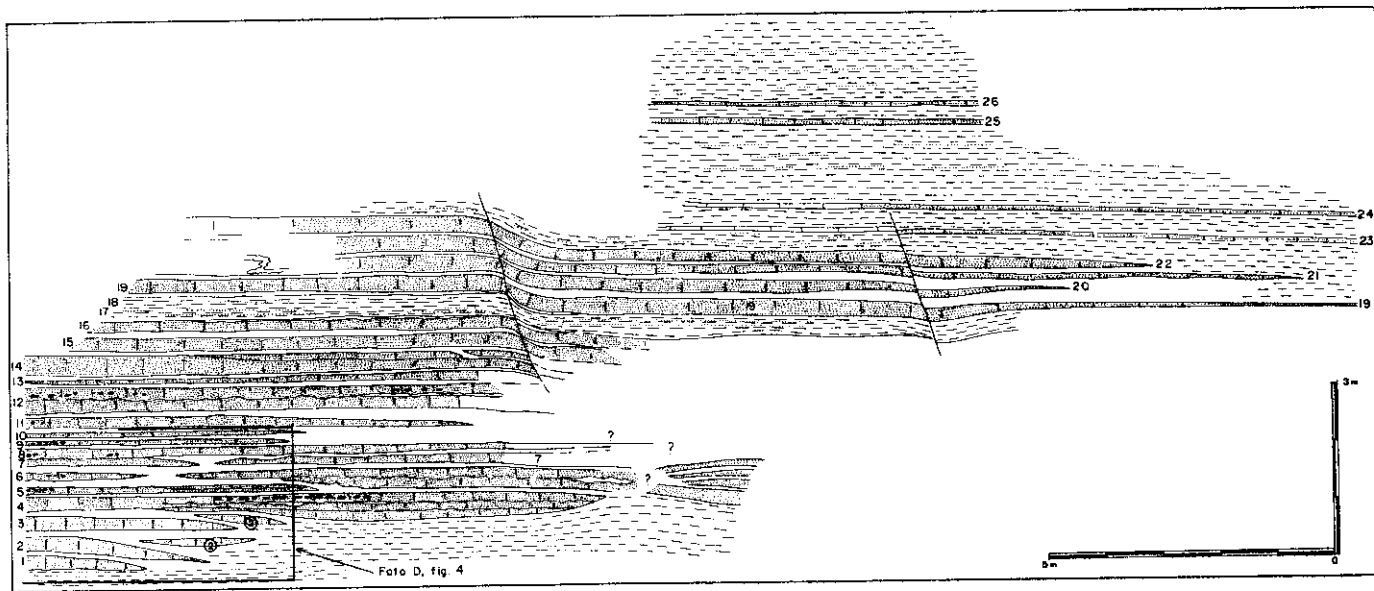


FIG. 2.—Primer cuerpo turbidítico lenticular, con indicación de la geometría de los estratos (litología según leyenda de la figura 3).

H) 10 m de calizas margoso-limosas, con intercalaciones de turbiditas de 3 a 5 cm de espesor y secuencia *Tbc*, y otros de limolitas areniscosas finas amarillentas. Lateralmente ligado a este tramo aflora una capa de 10 cm de espesor de materiales de color amarillo parduzco con yesos. El análisis por difracción de Rayos X ha permitido identificar goetita y hematites, además del yeso.

I) 4,35 m de calizas masivas sin niveles turbidíticos.

J) 13 m de calizas y margocalizas con intercalaciones de turbiditas carbonatadas finas.

K) 7 m de turbiditas calcáreas que constituyen el segundo cuerpo sedimentario lenticular (Fig. 3).

L) 30-40 m de margocalizas y margas, con intercalaciones de turbiditas finas, carbonatadas hacia la base y algo limosas hacia el techo. En ellas se observa una discordancia angular debida a la fosilización de un accidente tectónico sinsedimentario.

M) 40 m de turbiditas terrígenas de color marrón o amarillento que presentan bancos finos con laminaciones y otros gruesos masivos con huecos de posibles cantos blandos. Aparece *Neocomites* sp. que indica una edad Valanginiense.

N) 20-30 m de margas y margocalizas muy recubiertas, que han suministrado hacia la base *Teschenites flutticulus* THIEULOY, *Teschenites pachidicranus* THIEULOY, *Spitidiscus gr. rotula* (SOWERBY), *Neolissoceras grassianum* (D'ORB.). Esta asociación indica el Valanginiense superior-Hauteriviense basal.

2.3. Términos comprendidos entre el Valanginiense y el Vraconense

Sobre los últimos materiales descritos la serie continúa con las mismas características litológicas, sin que se tengan cortes completos observables en el campo, debido al gran recubrimiento reciente. Por su posición estratigráfica, en estos términos, deben estar representados, además del resto del Hauteriviense, el Barremense, el Aptense y el Albense, sin descartar que existan lagunas stratigráficas. Los cortes parciales y la cartografía permiten estimar su potencia en 225 a 250 m.

2.4. Vraconense

Constituido por una alternancia de margas y calizas de colores grises y amarillentos. Las margas han suministrado equínidos, *Mor-*

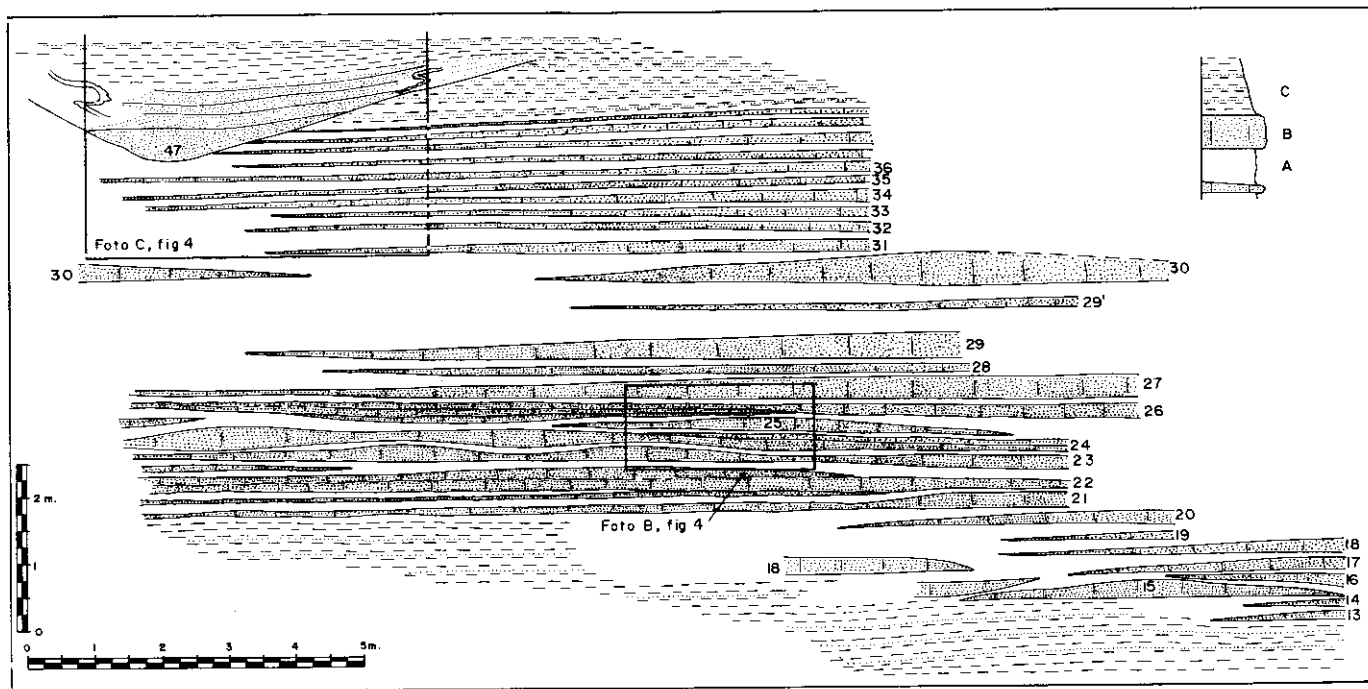


FIG. 3.—Representación del segundo cuerpo turbidítico lenticular, con un episodio canalizado en la parte superior (n.º 47).

toniceras sp. y *Lythoceras* sp. Hacia el techo dominan los estratos calizos que marcan de una forma gradual el paso al siguiente tramo. En el corte del Tiro Nacional (junto a la ciudad de Jaén) SANZ DE GALDEANO (1973) cita una potencia de 350 m, solamente para los materiales del Vraconense.

2.5. Cenomanense

Se trata de una alternancia de bancos calizos y margosos; hacia el techo disminuyen las margas, mientras que las calizas tienen mayor espesor y aspecto masivo. El color predominante es el beige o blanco y la bioturbación es frecuente en todo el tramo. Hacia la parte inferior se ha encontrado una forma afín a *Calycoceras* sp.

Destaca la presencia de dos *hard-grounds* en el techo de sendos bancos calizos, muy bioturbados, con equínidos, localizados hacia la mitad de la serie. Por encima del segundo *hard-ground* se observan calcarenitas en bancos gruesos, calizas micríticas en bancos más finos y margas, que parecen estar ordenadas secuencialmente. Las calcarenitas contienen orbitolinas, Praealveolinas y Miliólidos. Las calcarenitas (*packstone*) contienen *O. (Conicorbitolina) cuvilleri* (MULLADE) y *O. (Orbitolina) concava* (LAMARK), y hacia la parte media superior *Praealveolina iberica* REICHEL. Se asocian además *Hensonita lenticularis* (HENSON) escasas Hedbergellas y restos de lamelibranquios. Los niveles margocalizos (*wackestone*) contienen Pithonellas, radiolarios y más escasamente Hedbergellas y Rotaliporas. La edad de todo este tramo es Cenomanense inferior y medio.

En este corte se han estudiado los 150 m inferiores de estos materiales, habiéndose constatado, además, que el Mioceno está discordante sobre ellos. En afloramientos próximos del Prebético de Jaén (corte de la Peña de Jaén) SANZ DE GALDEANO (1973) da valores de 400 m de espesor para los mismos materiales.

3. ANALISIS DE LAS TURBIDITAS CARBONATADAS

Los primeros lechos de turbiditas carbonatadas se observan en el Berriasense. Se trata de turbiditas de estratificación fina (lechos de 3 a 5 cm de potencia) con estructuras internas de bajo régimen de flujo. Según la clasificación de MUTTI y RICCI-LUCCHI (1972, 1975), que es la que seguimos en este trabajo, se trata de facies D₂. Los lechos son tabulares y de gran continuidad lateral; la razón calcarenita/lutita es muy baja, ya que normalmente se trata de esporádicas intercalaciones de calcarenitas en el seno de calizas y margas

hemipelágicas. Estas características apuntan a un medio de sedimentación de llanura distal (*basin plain*).

A partir del Valanginiense aumenta la proporción de lechos calcareníticos. En este nivel estratigráfico se pueden distinguir dos tipos diferentes de asociaciones de facies turbidíticas:

Tipo I

Constituye la parte volumétricamente más importante del conjunto de las turbiditas carbonatadas del Valanginiense. Dominan los lechos de facies D₂, con secuencias *Tc/e*, que dan lugar a lechos con superficies de estratificación alabeadas, o sólo con laminación horizontal (*¿Tde?*). El tamaño de grano es de arena fina a muy fina y el color gris o amarillento en superficie alterada. La potencia media de los lechos oscila entre 5 y 7 cm, y tienen gran continuidad lateral. La razón calcarenita/lutita es generalmente menor de 1/5, por lo que el grueso de la sedimentación de esta asociación de facies es de tipo hemipelágico (facies G).

Tipo II

En la secuencia descrita aparecen dos cuerpos sedimentarios lenticulares (Figs. 2 y 3), constituidos por lechos calcareníticos de tamaño de grano fino (0,1-0,2 mm), muy seleccionados, de facies C y D. La continuidad lateral de los lechos en estos cuerpos sedimentarios es muy pequeña, con frecuentes acuñaientos. Su potencia media oscila entre 20 y 25 cm y raramente sobrepasan los 40 cm. La relación calcarenita/lutita se sitúa alrededor de 3/1. En los lechos de facies C (C₂ principalmente) dominan las secuencias *Tab/e* y *Tabc/e* y en los de facies D (D₁ principalmente) la *Tbcde* y *Tc/e*. La bioturbación es muy frecuente en el techo y parte alta de los estratos calcareníticos.

Las relaciones geométricas entre los lechos calcareníticos que componen estos cuerpos sedimentarios se pueden observar en las figuras 2 y 3. Del análisis de las mismas se deduce que independientemente de la morfología actual, la cual está sin duda condicionada por la compactación, los lechos más potentes tienden a acuñarse por descenso del techo (Fig. 4). Así, por ejemplo, los lechos 16, 17 y 18 de la figura 3 muestran un solapamiento expansivo (*onlap*) sobre el número 15, de modo que la proporción de sedimento lutítico es mayor coincidiendo, aproximadamente, con la parte más potente del 15. Los gráficos de las figuras 2 y 3 están construidos con las morfologías deducidas a partir del tipo de relación geométrica entre los lechos; es frecuente que por efectos de la compactación estas morfologías estén actualmente invertidas (Fig. 4).

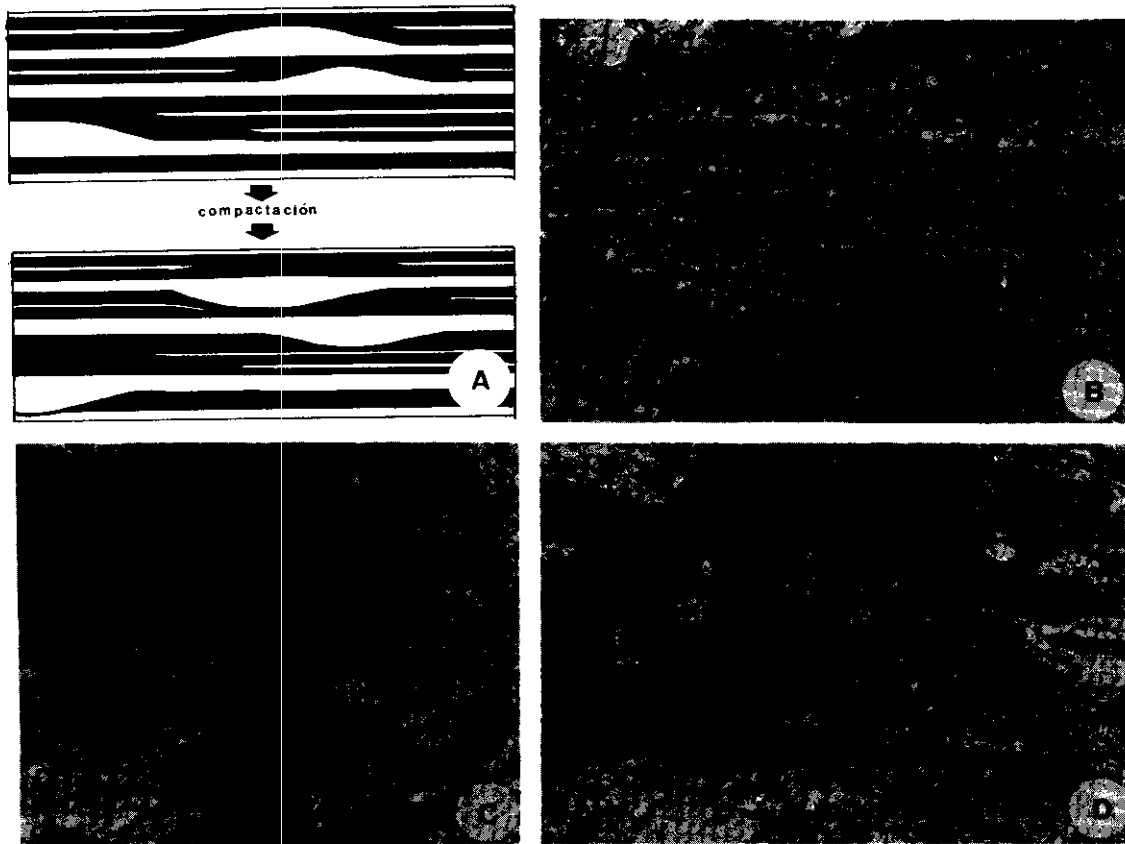


FIG. 4.—*Detalles de las turbiditas carbonatadas:* A) Esquema de cambio de morfología de las capas durante la compactación.—B) Ejemplo de acuñaamiento de capas en el segundo cuerpo turbidítico.—C) Superficie canalizada encajante en el techo de las turbiditas calcáreas.—D) Base del primer cuerpo turbidítico lenticular.

Este tipo de relación geométrica entre los lechos condiciona el que algunos de ellos (por ejemplo, 15 y 25 de la Fig. 3) sólo tengan una extensión lateral de pocos metros y que en conjunto los cuerpos sedimentarios estén constituidos por relevos verticales entre lechos calcareníticos, como el que anteriormente nos ha servido de ejemplo. Por otra parte los lechos lutíticos muestran una gran continuidad lateral y atraviesan sin perturbación alguna los cuerpos sedimentarios lenticulares. El límite de estos cuerpos es, por tanto, el acuñamiento de los estratos y no una superficie de truncamiento o erosión (Figs. 2 y 3). Teniendo en cuenta este factor podemos deducir las dimensiones de los cuerpos turbidíticos. El primero de ellos (Fig. 2) tiene una extensión lateral observable de unos 18 m y deducida de 25 a 30 m; su potencia es de 5,5 m. El segundo (Fig. 3) tiene una extensión lateral observable de 15 m y deducida de 20 m, con una potencia máxima de 6 m.

La organización vertical de facies y/o espesores en estos cuerpos es nula o prácticamente nula. Sólo se pueden distinguir pequeños ciclos (negativos o positivos) puestos de manifiesto exclusivamente por la evolución vertical de la potencia de capas. Por ejemplo, en la parte alta del segundo cuerpo sedimentario (Fig. 3) existe un pequeño ciclo negativo de 1,75 m de potencia, formado por cuatro capas (números 28, 29, 29' y 30 de la Fig. 3). En el techo de este mismo cuerpo sedimentario existe una superficie erosiva (base del 47 de la Fig. 3) que trunca un buen número de capas y sobre la que se sitúan con cierto solapamiento expansivo, una alternancia de lechos calcareníticos y margosos, que no muestran una clara ciclicidad vertical.

3.1. Composición y área fuente

Las turbiditas carbonatadas muestran texturas que se pueden definir como *packstone* peletoidales, muy bioturbadas. La bioturbación produjo removilización y mezcla del sedimento peletoidal y micrítico. Las porciones micríticas suelen tener una alta proporción de espículas de esponjas. En las calcarenitas, además de los peloides se observan Miliólidos, Nodosaridae, Textularidae y otros foraminíferos, y en algunos niveles Calpionéllidae (*Calpionellites* sp.). En todas las muestras se ha detectado una pequeña cantidad de terrígenos (del orden del 2 por 100) que aumenta hacia el techo de la secuencia anunciando el cambio a las turbiditas terrígenas que se les superponen.

Con la composición descrita es difícil precisar cuál sería el área fuente de estas turbiditas. Probablemente se tratará de áreas de plataforma externa, como parecen indicar los bioclastos. Sin embargo, al tratarse de turbiditas distales, y sólo observar la fracción más fina

la interpretación es difícil. Este tipo de turbiditas en otros puntos donde presentan facies más proximales, suelen incorporar abundantes bioclastos de organismos de medios más someros: corales, algas dasycladáceas, etc. (RUIZ-ORTIZ, 1980, 1981; COMAS y RUIZ-ORTIZ, 1982).

3.2. Interpretación genética

Las asociaciones de facies del tipo II, cuerpos sedimentarios lenticulares de turbiditas carbonatadas, se interpretan como lóbulos de depósito agradacionales (RICCI-LUCCI y VALMORI, 1980) formados por acreción vertical y lateral. Vertical en el caso de los lechos más potentes de cuya morfología y relaciones geométricas con los que les rodean se deduce que se acuñaban por descenso del techo. Acreción lateral para los lechos que solapan expansivamente a los anteriores, y que reflejan la tendencia del sistema a depositar en las partes más deprimidas, rellenando de este modo las pequeñas depresiones dejadas entre sí por los lechos más potentes de techo convexo. Se trata, pues, de lóbulos de depósito formados en la desembocadura de canales que se integraban en un sistema (abanico submarino) no progradante. La relación lóbulo-canal se deduce inequívocamente en el caso del segundo cuerpo sedimentario (Fig. 3). En este caso, el pequeño ciclo de tendencia negativa de la parte alta del cuerpo, así como la canalización que existe en su techo, reflejan un último episodio de progradación que terminó de construir el lóbulo de depósito y finalizó con la incursión del canal que la alimentaba sobre su techo.

La asociación de facies del tipo I, en la que están inmersos los lóbulos se interpreta como propia de borde de lóbulo (MUTTI, 1977). En el conjunto de la secuencia de turbiditas carbonatadas no se ha encontrado, debido probablemente a lo limitado del afloramiento (corte del barranco), más que un lóbulo para un nivel estratigráfico concreto. No obstante, es posible que el sistema de depósito fuera un abanico submarino y no un canal con su lóbulo correspondiente que migrara lateralmente a lo largo del tiempo. La abundancia y amplia extensión de la facies de borde de lóbulo soportan en cierto modo esta hipótesis.

4. SIGNIFICADO PALEOGEOGRAFICO Y CONCLUSIONES

La evolución paleogeográfica de la cuenca sedimentaria donde se depositó la serie cretácica estudiada, constituye uno de los rasgos

más significativos de la misma. Durante el Berriasense y el Valanginiense el medio sedimentario era una llanura distal-borde de abanico submarino, donde se depositaron turbiditas carbonatadas y posteriormente terrígenas. En el Valanginiense superior-Hauteriviense basal no existen ya intercalaciones terrígenas; los sedimentos acumulados durante este intervalo de tiempo y hasta el final del Cretácico inferior (250 m) son de carácter pelágico.

A partir del Vraconense la sedimentación fue haciéndose cada vez más carbonatada para culminar en el Cenomanense con el depósito de calizas con equínidos, Orbitolinas, lamelibranquios y foraminíferos bentónicos. Esta asociación faunística indica un medio de depósito de plataforma abierta.

Así pues, de la llanura distal con sedimentación turbidítica, que existió en el Berriasense y gran parte del Valanginiense, se pasa después de depositarse 250 m de sedimentos a un medio de plataforma abierta con una profundidad del orden de los 150 m. Esta somerización de la serie nos permite hacer un cálculo de la profundidad a la que se depositaron las turbiditas del Berriasense-Valanginiense. La somerización no puede explicarse por los cambios eustáticos, ya que en la cuenca, durante el Cenomanense, el nivel del mar ocuparía posiciones más altas que durante el Valanginiense (GARCIA HERNANDEZ *et al.*, 1982).

La somerización fue debida a un aumento de los aportes sobre la subsidencia con lo que la cuenca tendría una configuración progradante cliniforme como las que define MITCHUM *et al.* (1977).

Admitamos para efectos de cálculo que no hubiese subsidencia; el espesor medio (250 m) entre el techo de las turbiditas y las calizas de plataforma cenomanenses sería indicativo del desnivel existente entre la batimetría de ambos depósitos. Si a este valor le sumamos el de la profundidad de depósito de los materiales de plataforma (150 m) obtendremos el valor correspondiente al de las turbiditas: 400 m.

Los errores de este cálculo derivan de una parte de que en la realidad habría subsidencia, con lo cual los valores obtenidos son máximos. Por otra parte no se han tenido en cuenta los efectos de la compactación durante el Cretácico; al considerarlos, las cifras obtenidas habría que aumentarlas ligeramente. Puesto que ambos factores producirían, en su caso, efectos opuestos se puede admitir que los 400 m son una estimación bastante aproximada de la profundidad de depósito de las turbiditas. COMPANY *et al.* (1982) llegan a obtener, con distinto razonamiento, el mismo orden de magnitud para la profundidad de depósito de las turbiditas carbonatadas del Senonense de la Sierra Aixorta (Alicante).

La importancia de esta conclusión se advierte una vez realizada la correlación estratigráfica regional, con lo que este dato puede extenderse a series estratigráficas en las que al no existir facies de plataforma en el Cretácico no pueden aplicarse este tipo de razonamientos. La sedimentación de turbiditas del Arroyo Bercho intercaladas entre margas y margocalizas es coetánea con el depósito de la formación Los Villares del dominio Intermedio (RUIZ-ORTIZ, 1980; COMAS, RUIZ-ORTIZ y VERA, 1982). Dicha formación intercala niveles detríticos en el Berriasense-Valanginiense de características similares a los descritos en este trabajo para la misma edad, si bien con menor abundancia. La posición tectónica de la serie del Bercho y la presencia del Cenomanense en facies de calizas de plataforma, no deja duda de su atribución a la Zona Prebética. Así, esta serie estratigráfica correspondería a un dominio paleogeográfico más septentrional que el dominio Intermedio y adyacente al mismo. Al dominio Intermedio durante el depósito de la formación Los Villares, sólo llegarían esporádicamente algunas corrientes de turbidez diluidas que transportaban la fracción detrítica más fina. Esta hipótesis que en principio es congruente con los datos regionales de que se dispone permite deducir que la profundidad del depósito de la formación Los Villares no debió ser muy superior a los 400 m.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores M. Company, J. M. Tavera y J. C. Braga del Departamento de Paleontología de la Universidad de Granada les agradecemos la determinación de la fauna de Ammonites.

A la C. A. I. C. Y. T., que ha subvencionado los gastos de campo dentro del proyecto «El Mesozoico de las Cordilleras Béticas», realizado en este centro del C. S. I. C.

BIBLIOGRAFIA

- COMAS, M. C., y RUIZ-ORTIZ, P. (1982): Facies de canal, margen de canal e intercanal en turbiditas carbonatadas (Berriasense inferior, Ventana de Cabra de Santo Cristo, Cordillera Bética) (en este volumen).
- COMAS, M. C.; RUIZ-ORTIZ, P. A., y VERA, J. A. (1982): El Cretácico de las Unidades intermedias y la Zona Subbética. In: *El Cretácico de España*, Univ. Complutense Madrid, pp. 570-603.
- COMPANY, M.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ-GARRIDO, A. C.; VERA, J. A., y WILKE, H. (1982): Interpretación genética y paleogeográfica de las turbiditas y materiales redepositados del Senonense superior en la Sierra Aixorta (Prebético interno, Provincia de Alicante) (en este volumen).

- GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ-GARRIDO, A. C.; MARTÍN-ALGARRA, A., y VERA, J. A. (1982): Cambios eustáticos en el Cretácico de la Cordillera Bética: Comparación de la evolución sedimentaria en un dominio de plataforma (Zona Prebética) y otro de umbral pelágico (Penibético) (en este volumen).
- GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ-GARRIDO, A. C.; RIVAS, P.; SANZ DE GALDEANO, C., y VERA, J. A. (1980): Mesozoic Paleogeographic evolution of the External Zones of the Betic Cordillera. *Geol. Mijnbouw*, 59, 155-168.
- MITCHUM, R. M. Jr.; VAIL, P. R., y SANGREE, J. B. (1977): Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part 6: Stratigraphic Interpretation of Seismic Reflection Patterns in Depositional Sequences. In: PAYTON, C. E. (ed.): *Seismic Stratigraphy*, A. A. P. G. mem. 26, pp. 117-133.
- MUTTI, E. (1977): Distinctive thin-bedded turbidite facies and related depositional environments in the Eocene Hecho Group (South-Central Pyrenées, Spain). *Sedimentology*, 24, 107-131.
- MUTTI, E., y RICCI-LUCCHI, F. (1972): Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 11, 161-199.
- (1975): Turbidite facies and facies associations. In: *Examples of Turbidites Facies and Facies Association from Selected formations of the Northern Apennines Field Trip Guidebook A-11*, IX Int. Congr. Sedim. Nice, pp. 21-36.
- RICCI-LUCCHI, F., y VALMORI, E. (1980): Basin-wide turbidites in a Miocene, over-supplied deep-sea plain: a geometrical analysis. *Sedimentology*, 27, 241-270.
- RUIZ-ORTIZ, P. A. (1980): Análisis de facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias (entre Castril —prov. de Granada— y Jaén). *Tesis*, Univ. Granada, 272 pp.
- (1981): Carbonate turbidites of Upper Jurassic, Betic Cordillera, Southern Spain, 2.º *Eur. Mtg. I. A. S.*, Bologna Abat., 170-173.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1973): Geología de la transversal Jaén-Frailes (provincia de Jaén). *Tesis*, Univ. Granada, 274 pp.