

EL SISTEMA ALUVIAL DE COBATILLAS (TERUEL): ANÁLISIS DE FACIES Y EVOLUCIÓN DEL ESTILO FLUVIAL.

C.Arenas(*), G.Pardo (*), A.González(*) y J.Villena(*)

(*) Dpto. Ciencias de la Tierra. Área de Estratigrafía. Universidad de Zaragoza. 50009.- ZARAGOZA

RESUMEN:

La cubeta intramontañosa de Cobatillas se sitúa en el sector central de la Cordillera Ibérica. En su relleno, probablemente mioceno, se diferencian dos unidades tectosedimentarias. La inferior presenta una evolución vertical compleja que resulta de la actividad tectónica en el margen sur, mientras que el margen norte tiene carácter pasivo. Dicha evolución consta de dos macrosecuencias de potencia hectométrica; en la superior se ha definido un conjunto de facies cuantificadas que reflejan la evolución litológica a lo largo del sistema sedimentario.

El análisis sedimentológico revela que tal sistema estaba integrado por un pequeño abanico aluvial (menos de 3,5 km de longitud) conectado con una extensa playa (más de 10 km) con áreas lacustre - palustres adosadas al margen pasivo de la cubeta. La evolución del estilo fluvial desde los sectores proximales a los distales del abanico se manifiesta en la aparición de elementos arquitecturales nuevos (AL, BA) y en las variaciones en importancia y dimensiones de los elementos comunes a los distintos sectores (C, BG, FD). El abanico se articula con la playa mediante una ruptura de pendiente que determina en esta última el predominio de los flujos laminares (elemento LA) frente a los canalizados. En los márgenes lacustres se reconocen ocasionalmente pequeños lóbulos deltaicos (elemento MF).

Palabras clave: Abanicos aluviales, arquitectura fluvial, lóbulos deltaicos, Terciario, Cordillera Ibérica.

ABSTRACT

The small intramontane basin of Cobatillas is situated in the central sector of Iberian Chain (Teruel province, Spain) The fill of this basin, probably Miocene in age, is made up of two tectosedimentary units. The lower unit has a complex vertical evolution which is produced by tectonic activity at the active Southern edge, whereas the Northern edge has a passive character. This evolution is composed of two macrosequences of some hundreds of metres thick. In the upper one, a series of quantitative lithofacies has been distinguished: conglomeratic, conglomeratic-lutitic, lutitic-conglomeratic and lutitic lithofacies, reflecting the lithological evolution throughout the depositional system. This system was integrated by a small alluvial fan (less than 3.5 km long), connected with an extensive playa (more than 10 km long), whose lacustrine and palustrine facies appear attached to the passive edge. The evolution of fluvial style throughout the system can be expressed by associations of architectural elements, and occurs as a result of an increase of net sinuosity (appearance of the lateral accretion, LA element) and importance of the inactive areas (overbank fine, OF element) from proximal to distal sectors. The distal sector displays an alternation of LA and SB + GB elements (sandy bedform plus gravel bar elements) which involves critical slopes, and consequently the sinuosity is controlled by periodic variations in discharge. The fan and the playa are articulated via a break of slope, which determines in the latter the predominance of sheet flow processes (laminated sand sheet, LS element) in contrast to channelled ones. In the lake margins, a FM element (foreset macroform) has been also recognized, corresponding to small deltaic lobes which shows progradation-reworking alternative phases, possibly controlled by lacustrine base-level variations.

Key words: Alluvial fans, fluvial architecture, deltaic lobes, Tertiary, Iberian Ranges.

Arenas,C., Pardo,G., González,A. y Villena,J. (1988): El sistema aluvial de Cobatillas (Teruel): Análisis de facies y evolución del estilo fluvial. *Rev. Soc. Geol. España*, 2: 41-54.

Arenas,C., Pardo,G., González,A. y Villena,J. (1988): The alluvial system of Cobatillas (Teruel): Facies analysis and fluvial style evolution. *Rev. Soc. Geol. España*: 2: 41-54.

1.-INTRODUCCIÓN

El área de estudio forma parte de la terminación oriental de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Este borde oriental, caracterizado por un sistema complejo de pliegues y cabalgamientos, constituye el enlace entre la Cordillera Ibérica y las Cadenas Costero Catalanas (fig. 1). Al Sur de este frente tectónico se sitúa la cuenca terciaria de Aliaga; el área de investigación, la cubeta de Cobatillas, corresponde al sector meridional de dicha cuenca (fig. 2A), de la que queda diferenciada y parcialmente aislada por relieves mesozoicos.

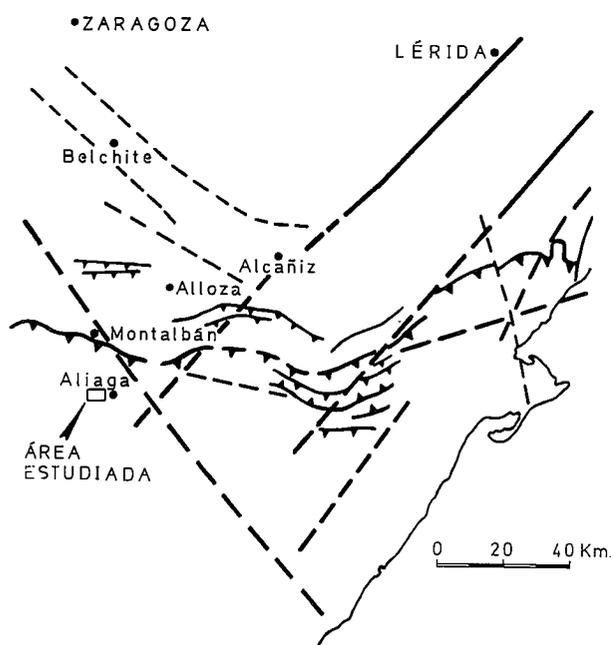


Fig.1.-Esquema general de situación con las principales fracturas de zócalo y cabalgamientos de cobertera.

Fig.1.-General situation scheme with the main basement faults and cover thrusts.

Los materiales de esta cubeta, todos de facies continentales, son, por otra parte, los terciarios más altos de la cuenca de Aliaga y se relacionan con los infrayacentes mediante una ruptura sedimentaria (sensu Pérez *et al.*, 1983), que se reconoce como discordancia angular en el margen oriental de la cubeta.

Los primeros datos estratigráficos concretos se deben a Fallot y Bataller (1926a), que separan un "Terciario antiguo" plegado de un "Terciario reciente" discordante y "transgresivo" en Alcorisa y Aliaga, atribuyendo el primero al Stampiense medio-superior a partir de los fósiles encontrados en Montalbán (Fallot y Bataller, 1926b). Canerot (1974), Crespo *et al.* (1977) y Gautier (1979) mantienen esta división para el Terciario de la cuenca de Aliaga.

Meléndez *et al.*, (1981) diferencian tres unidades en los alrededores de Cobatillas que atribuyen al Oligo-

no, probable Mioceno inferior y Mioceno terminal. La unidad Oligoceno se articula con la unidad Mioceno inferior mediante una discordancia progresiva. Esta última unidad y la Mioceno terminal, casi totalmente barrida por la erosión, constituyen propiamente el relleno de la cubeta objeto de estudio.

Pérez *et al.*, (1983) y González *et al.*, (1984) realizan el análisis tectosedimentario de las vecinas cuencas de Montalbán y Alloza, diferenciando un total de seis unidades tectosedimentarias (U.T.S.). Villena *et al.*, (1987) reconocen otras tantas U.T.S. en la cuenca de Aliaga y las correlacionan con las unidades de las cuencas antes citadas por equivalencia en la evolución secuencial, similitudes litológicas y sedimentológicas y elementos paleogeográficos comunes. Los materiales de la cubeta de Cobatillas corresponden a las U.T.S. quinta y sexta de Aliaga, correlacionables con las unidades T₅ (Aragoniense) y T₆ (Aragoniense superior-Vallesiense) de la cubeta de Alloza.

Desde el punto de vista sedimentológico, cabe reseñar el trabajo de Meléndez *et al.*, (1981) en que se da un modelo evolutivo para las facies de su unidad Mioceno inferior para las facies de su unidad Mioceno inferior (quinta unidad de Aliaga de Villena *et al.*, (1987) que son atribuidas a un sistema de abanicos aluviales coalescentes con ápices en el margen oriental de la cubeta y un área lacustre asociada al sector distal. Posteriormente, Arenas *et al.*, (1987) presentan una primera síntesis de este sistema mediante elementos arquitecturales.

2.-ESTRATIGRAFÍA

El estudio realizado tiene como base los datos obtenidos del levantamiento de diecisiete columnas estratigráficas en la quinta U.T.S. de Aliaga. Estas columnas, cuya situación se recoge en el fig. 2B, han sido correlacionadas por métodos cartográficos, obteniéndose como resultado el panel de correlación de la fig. 2C. En él queda reflejada la compleja evolución secuencial de dicha unidad, constituida por una macrosecuencia inferior positiva y otra superior cíclica, negativo-positiva.

La macrosecuencia inferior tiene una potencia que supera los 120 m en su afloramiento más meridional (fig. 2C, columna 2), disminuyendo hasta 25 m en el margen norte de la cubeta (fig. 2C, columna 4), donde presenta una disposición en *onlap* hacia el este. Se caracteriza por un granodecrecimiento muy rápido en los metros finales. La correlación entre columnas muestra igualmente un rápido granodecrecimiento en sentido este-oeste.

La macrosecuencia superior presenta una evolución vertical y horizontal más progresiva. La evolución negativa inicial alcanza potencias máximas de 50 m; se caracteriza por el estratocrecimiento de los términos gruesos y se reconoce constituyendo un abanico de capas poco acentuado en el margen norte de la cubeta. La evolución positiva final arroja potencias visibles de unos 60 m y sólo se conserva adosada al margen sur de la cubeta.

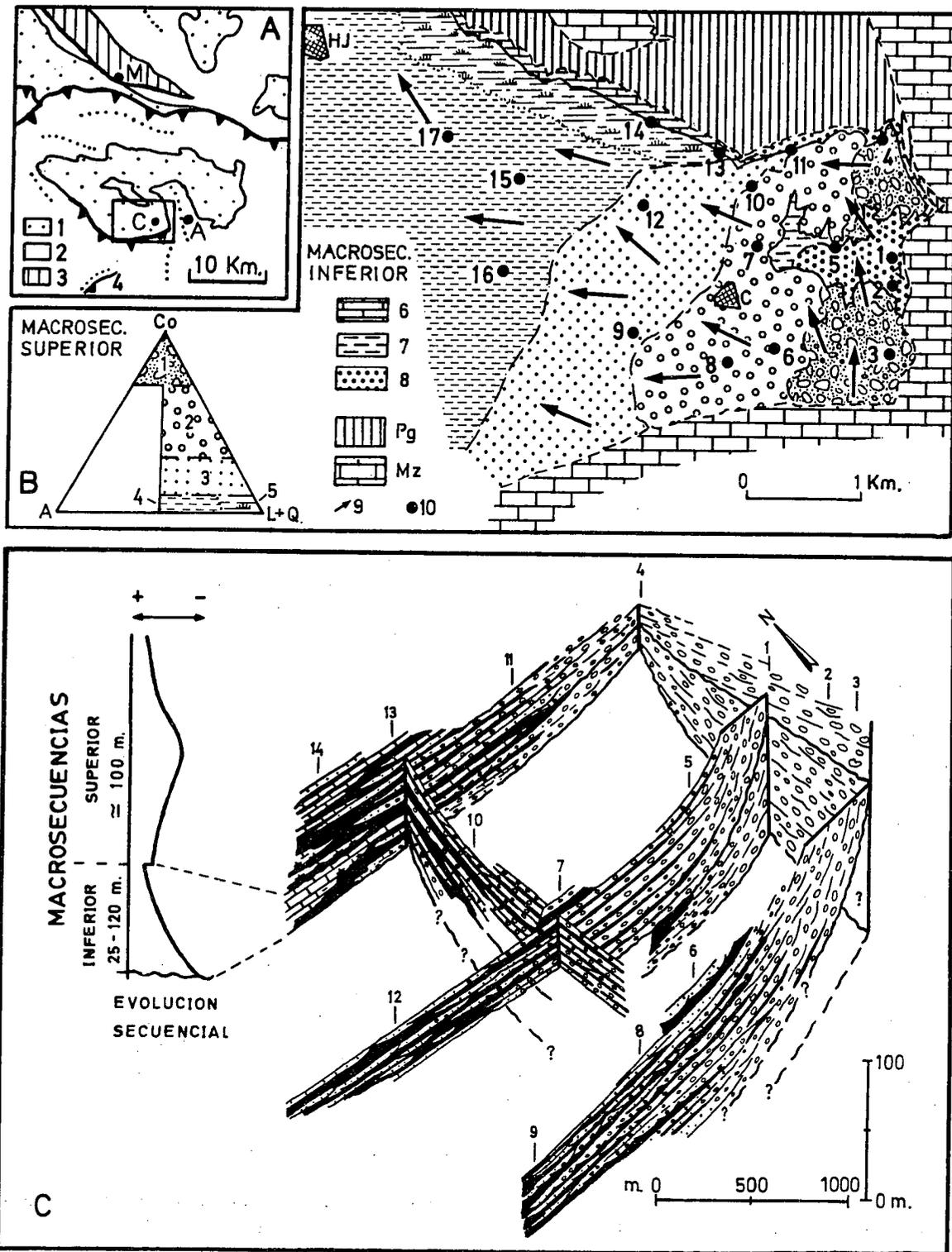


Fig.2.-2A.- Situación de la cubeta de Cobatillas en el ámbito de la Cuenca de Aliaga. 1: Cenozoico; 2: Mesozoico; 3: Paleozoico; 4: Fracturas y pliegues; A: Aliaga; C: Cobatillas; M: Montalbán; 2B.- Mapa de litofacies y paleocorrientes. Macrosecuencia superior: Co: Conglomerados; A: Areniscas; L+Q: Lutitas + sedimentos químicos; 1: Litofacies conglomerática; 2: Litofacies conglomerático-lutítica; 3: Litofacies lutítico-conglomerática; 4: Litofacies lutítica con areniscas; 5: Litofacies lutítica con carbonatos. Macrosecuencia inferior: 6: Litofacies lutítico-carbonatada; 7: Litofacies lutítica; 8: Litofacies conglomerática. Pg: Paleógeno; Mz: Mesozoico; 9: Direcciones de paleocorrientes; 10: Situación de las columnas estratigráficas; C: Cobatillas; HJ: Hinojosa de Jarque. 2C.- Panel de correlación y evolución secuencial. Los números corresponden a las columnas estratigráficas.

Fig.2.-2A.- Situation of the Cobatillas Neogene trough within the Aliaga basin. 1: Cenozoic; 2: Mesozoic; 3: Paleozoic; 4: Folds and faults; A: Aliaga; C: Cobatillas; M: Montalbán; 2B.- Lithofacies and paleocurrents map. Upper Macrosequence: Co: Conglomerates; A: sandstones; L+Q: Lutites + chemical sediments; 1: Conglomeratic lithofacies; 2: Conglomeratic-lutitic lithofacies; 3: Lutitic-conglomeratic lithofacies; 4: Lutitic lithofacies with sandstones; 5: Lutitic lithofacies with carbonates. Lower Macrosequence: 6: Lutitic-carbonated lithofacies; 7: Lutitic lithofacies; 8: Conglomeratic lithofacies. Pg: Paleogene; Mz: Mesozoic; 9: Paleocurrent directions; 10: Situation of the stratigraphic sections. C: Cobatillas; HJ: Hinojosa de Jarque. 2C.- Correlation schematic diagram and sequential evolution. Numbers correspond to the stratigraphic sections.

La macrosecuencia superior presenta condiciones de afloramiento adecuadas para un análisis de las relaciones verticales y laterales de facies y de la geometría de los depósitos, por lo que sobre ella se centrará el ulterior estudio sedimentológico. Para esta macrosecuencia se ha realizado una cuantificación de facies [proporciones relativas de conglomerados (Co), areniscas (A) y lutitas más sedimentos químicos (L + Q)] que, junto con otros parámetros como el centilo, permite definir un conjunto de litofacies cuantificadas (fig. 2B) cuyas características se exponen a continuación.

- litofacies conglomerática: constituida por más del 70% de conglomerados. Centilo superior a 40 cm. En el campo su aspecto es masivo.
- litofacies conglomerático-lutítica: comprende entre 30 y 70% de conglomerados, siendo la relación $L+Q/A \gg 1$. Centilo entre 20 y 35 cm. En el campo se presenta como potentes cuerpos conglomeráticos separados por delgados niveles lutíticos.
- litofacies lutítico-conglomerática: está formada por una proporción de conglomerados entre 10 y 30%, con una relación $L+Q/A \gg 1$. Centilo inferior a 20 cm. Los conglomerados aparecen como niveles extensos separados por potentes tramos lutíticos.
- litofacies lutítica: contiene menos del 10% de conglomerados. Dentro de esta litofacies se han diferenciado cuantitativamente lutitas con areniscas ($1 \ll L+Q/A \ll 4$) y lutitas con carbonatos ($L+Q/A \gg 4$).

3.-SEDIMENTOLOGÍA

3.1.- Aspectos metodológicos.

Como ya se ha indicado, el estudio sedimentológico se centra en la macrosecuencia superior de las dos diferenciadas en la quinta U.T.S. de la Cuenca Aliaga. Se ha basado en la identificación de facies sedimentarias, en el análisis de sus asociaciones y en el estudio de los aspectos geométricos de los depósitos.

3.1.1. Facies sedimentarias

Para la denominación de facies se ha seguido el código de nomenclatura establecido por Miall (1978) para facies fluviales, al que se han incorporado las siguientes modificaciones:

- Gm1: Conglomerados desorganizados con textura granosostenida o no en función de la abundancia de matriz. Esta es de arenisca gruesa a microconglomerática, pobremente seleccionada. Clastos generalmente con alta heterometría. Tapan superficies erosivas, a veces claramente canaliformes. Representan depósitos de *flash flood*.
- Gm2: Conglomerados masivos de textura granosostenida, con granoselección normal o inversa e imbricación de clastos. Los granodecrecientes

representan frentes de barras sin caras de avalancha y los granocrecientes barras longitudinales que migran aguas abajo, proceso durante el cual el techo de la barra, más grueso, avanza sobre la base de la misma, más fina.

- Gl: Conglomerados con estratificación de bajo ángulo, a veces sigmoidal, marcada por cambios granulométricos. Representa el crecimiento lateral de barras que han alcanzado niveles muy superficiales por acreción vertical.
- Gh: Conglomerados con estratificación horizontal incipiente marcada por variaciones granulométricas. Se atribuye a la agradación de barras hasta niveles superficiales por sucesivos episodios de flujo.
- Sf: Areniscas con estratificación de *foreset* de 0,2 a 0,3 m de espesor, netamente diferenciados en ocasiones por láminas de lutita. Estos *foreset* disminuyen su buzamiento al tiempo que se acuñan hacia la base, prolongándose en láminas centimétricas de arenas finas con *ripples* o laminación horizontal. Se interpretan como progradación de lóbulos de arena en cuerpos de agua someros.
- Fy: Lutitas masivas o con restos de laminación, con cristales o láminas de yeso. Suponen procesos de bombeo evaporítico en depósitos de decantación.
- Cm: Calizas micríticas masivas o finamente estratificadas con laminación algal, porosidad fenestral y grietas de desecación. Ocasionalmente presentan láminas o cristales aislados de yeso. Representan depósitos de precipitación en áreas lacustres marginales, sometidas periódicamente a exposición subaérea.
- Cp: Calizas y calizas margosas masivas o con superficies de estratificación irregulares; presentan nodulización, brechificación, bioturbación y porosidad fenestral. Se interpretan como depósitos de precipitación sometidos a períodos intermitentes de desecación y alteración pedogenética.
- Y: Yesos cristalinos en bancos. Resultan de precipitación subacuosa en charcas.

3.1.2. Jerarquía de secuencias

En el sistema aluvial de Cobatillas estas facies se asocian en secuencias de distinto significado sedimentológico. En función de su escala y de la extensión de las superficies que las limitan, se ha establecido la siguiente jerarquía de secuencias (fig. 3):

- Secuencia elemental o de primer orden: de potencia centimétrica a decimétrica, se produce por un único episodio de flujo. Está formada por la asociación de un reducido número de facies o incluso por una sola facies sedimentaria. Sus límites son superficies de primer orden de extensión decimétrica a decamétrica. Pueden ser graduales o netos, erosivos o no, pero nunca representan una interrupción sedimentaria mayor que la que existe entre dos episodios sucesivos de flujo. Un

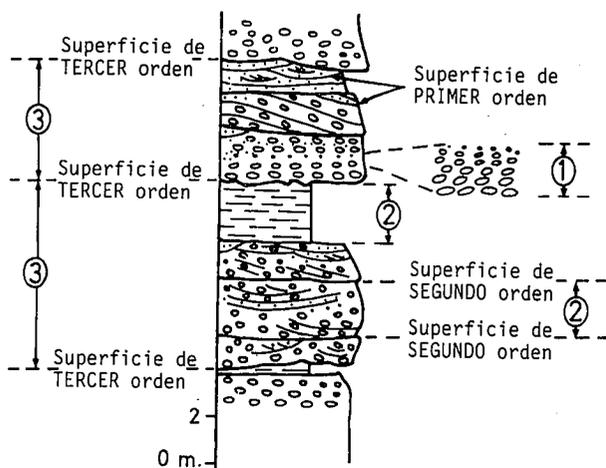


Fig.3.-Jerarquía de secuencias aluviales: 1: Secuencia elemental o de primer orden. 2: Secuencia simple o de segundo orden. 3: Secuencia básica o de tercer orden.

Fig.3.-Hierarchy of alluvial sequences: 1: Elemental sequence or first order sequence. 2: Simple sequence or second order sequence. 3: Basic sequence or third order sequence.

ejemplo de secuencia elemental sería cada uno de los cuerpos de acreción lateral de un *point bar*.

- Secuencia simple o de segundo orden: de potencia decimétrica a métrica; cada una está constituida por la superposición y yuxtaposición de secuencias de primer orden. Sus límites son superficies de segundo orden de extensión métrica a kilométrica que implican erosión o interrupción de un proceso sedimentario, en relación con cambios importantes en las condiciones de flujo. El desarrollo total de una barra o el relleno de un canal son ejemplos de secuencias de segundo orden.
- Secuencia básica o de tercer orden: su potencia es métrica a decamétrica; están compuestas por la superposición de dos o más secuencias simples. Sus límites son superficies de tercer orden, erosivas o no, de extensión hectométrica a kilométrica. Registran la agradación de cualquier segmento del sistema sedimentario durante un proceso autocíclico de progradación, retrogradación o desplazamiento lateral, que transforma dicho segmento de área de sedimentación activa en área inactiva o a la inversa.

En esta ordenación jerárquica, las dos macrosecuencias diferenciadas en el relleno de la cubeta de Cobatillas (fig. 2C) corresponderían a secuencias de cuarto orden, de escala decamétrica a hectométrica, constituidas, por la superposición de secuencias de tercer orden y limitadas por superficies de cuarto orden, de extensión igual a la de la cubeta, que representan rupturas sedimentarias de carácter erosivo hacia los márgenes y no erosivo hacia el centro. Registran la agradación del sistema sedimentario en su conjunto y la situación progradante o retrogradante del correspondiente abanico aluvial, obedeciendo a procesos alocíclicos.

3.1.3.- Elementos arquitecturales.

Finalmente, considerando la geometría de los depósitos se ha establecido un conjunto de elementos arquitecturales. Cada uno de estos elementos se caracteriza internamente por una determinada secuencia de primero o segundo orden. Son, por tanto, de escala y complejidad variables y sus límites superficiales de jerarquía y significado igualmente variables. Para este trabajo se han adoptado los elementos establecidos por Miall (1985), con la simbología castellanizada, de entre los que se han reconocido: Canales (C), barras y *bed forms* de gravas (BG), barras y *bed forms* de arena (BA), depósitos de acreción lateral (AL), láminas de arena (LA), macroformas con *foresets* (MF) y depósitos finos de desbordamiento (FD). El elemento FD, en este trabajo, incluirá también los depósitos originados por decantación en áreas pantanosas y lacustres (facies Fcf y Fsc de Miall (1978)). El elemento correspondiente al depósito de flujos gravitacionales del citado autor no ha sido caracterizado. Se añade un nuevo elemento al que se denomina LP (lámina de precipitación), que agrupa depósitos palustres y/o lacustres, carbonatados y evaporíticos, con geometría en cuñas y mantos, limitados por superficies de primero y segundo orden y caracterizados internamente por asociaciones de las facies Cm, Cp y Fy.

De la clasificación y descripción de elementos propuesta por Miall (*op. cit.*) y de su aplicación a la definición de modelos de estilo fluvial, se deduce que un elemento arquitectural representa los depósitos correspondientes a un determinado subambiente y/o proceso del sistema. En consecuencia, cada sector diferenciado de un sistema aluvial está caracterizado por unos determinados elementos lateralmente relacionados.

Las secuencias de tercer orden, que registran la historia de migración de los diferentes subambientes de un sector del sistema, podrían definirse también como la asociación vertical de elementos arquitecturales lateralmente relacionados.

3.2.-Análisis sedimentológico de las litofacies cuantificadas.

3.2.1. Litofacies conglomerática.

Está formada por el agrupamiento de cuerpos conglomeráticos tabulares o cuneiformes de 3-4 m de potencia y de decenas a centenas de metros de amplitud, limitados por superficies erosivas de tercer orden, subhorizontales o canaliformes muy laxas. La organización interna de éstos cuerpos corresponde a secuencias de tercer orden, cada una de ellas integrada por un número variable de secuencias de segundo orden de 1-2 m de potencia, separadas por superficies erosivas de menor continuidad lateral. Las facies que integran estas últimas secuencias y sus relaciones verticales y laterales quedan expresadas en la figura 4. Las más caracte-

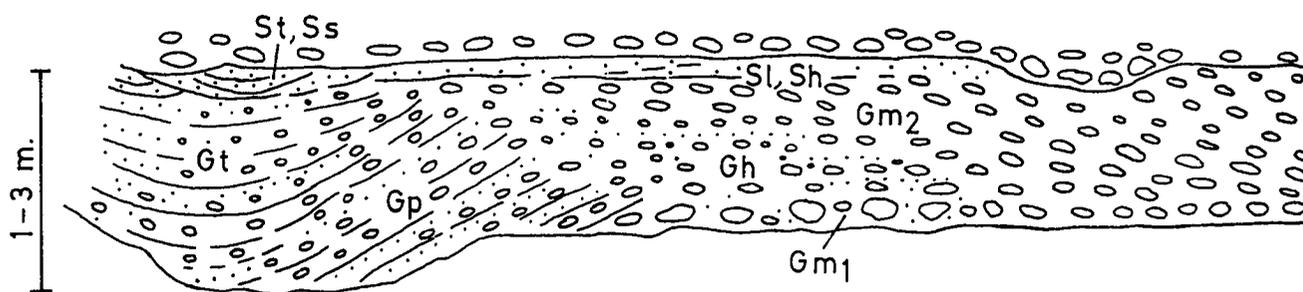


Fig. 4.-Relación total de facies en las secuencias de segundo orden de la litofacies conglomerática.
Fig. 4.-Whole relation of the facies in the second order sequences of the conglomeratic lithofacies.

rísticas son Gh, Gm₂ y Gm₁, todas las demás son minoritarias.

La facies Gm₁ suele tapizar superficies erosivas y constituir depósitos en el fondo de los canales. Representa depósitos correspondientes a episodios mayores de flujo (*flash floods*). Sobre ellos, sucesivos flujos van superponiendo secuencias elementales grava-gravilla constituyendo núcleos de barras (facies Gh) de bajo relieve. Estas barras suelen crecer aguas abajo sin originar frentes de avalancha (facies Gm₂ granodecreciente) y su progresiva agradación conduce a una disminución de la profundidad de flujo, dando lugar a una evolución vertical granodecreciente en conjunto que suele culminar con facies Sl o Sh de techo de barra en condiciones de alto régimen. Ahora bien, si la barra tiene un avance rápido en el sentido de la corriente, los depósitos de la cabeza de la barra, más gruesos, se superponen a los situados más aguas abajo y más finos, originando un depósito granocreciente con facies Gm₂ hacia techo.

Las barras de grava pueden concluir presentando frentes de avalancha (facies Gp minoritaria), lo que sugiere el desarrollo tardío de una barra transversa a partir de la longitudinal previa (Robles, 1984). Esta evolución puede ser debida a épocas de descarga menor (Hein y Walker, 1977) o a un alternativo o paralelo incremento de la profundidad del flujo, hecho que se produce cuando la barra avanza sobre pequeños canales. Superpuestos éstos, la facies Gp desaparece.

En los canales de mayor amplitud, el relleno se completa de forma multiepisódica con la migración de barras transversas con crestas curvas (facies Gt).

En definitiva, en esta litofacies se reconocen los elementos arquitecturales C y BG integrando sistemas de barras y canales de relieve moderado y baja sinuosidad. Las secuencias de tercer orden registran las sucesivas fases de migración lateral y superposición de dichos sistemas, sin que se constate la presencia de depósitos finos de desbordamiento. Sin embargo, se encuentran cantos y bloques de hasta 1 m de lititas arenosas que no han podido sufrir un transporte largo y, con carácter excepcional, "parches" lutíticos con clastos dispersos, que podrían interpretarse como restos de depósitos de *mud flow* barridos en su mayor parte por los procesos acuosos dominantes.

3.2.2.-Litofacies conglomerático-lutítica.

Su organización corresponde a un conjunto de secuencias de tercer orden de hasta 8 m de potencia, separadas por superficies erosivas planas. Cada una de ellas está integrada por un cuerpo basal tabular de detriticos gruesos de 1 a 6 m de potencia y extensión hectométrica y kilométrica y un intervalo lutítico superior de hasta 4 m, separados por una superficie de segundo orden de carácter no erosivo.

El intervalo lutítico puede faltar localmente, por haber sido erosionado por la secuencia suprayacente. El intervalo detritico grueso puede presentar una evolución granocreciente, granodecreciente o cíclica negativo-positiva. Incluye varias secuencias de segundo orden de 1 a 3 m de potencia y extensión decamétrica a hectométrica, limitadas por cicatrices erosivas irregulares subhorizontales o canaliformes, estas últimas de profundidad entre 0,5 y 1 m y amplitud métrica. Profundidades superiores a 1 m son excepcionales.

La facies más común en las secuencias de segundo orden es la Gh, integrada por secuencias elementales grava-gravilla o grava-arena de 0,2-0,3 m de espesor. Esta facies se relaciona lateral y verticalmente con facies Gm₂ constituyendo, respectivamente, los depósitos del núcleo y del *stoss* de barras longitudinales. En relación lateral con las facies anteriores son frecuentes Gp y Sp alternantes, que representan el desarrollo de barras transversas o linguoides a partir de las longitudinales. Con carácter esporádico se reconoce la presencia de facies Gl, lateral a barras linguoides, formando parte del relleno multiepisódico de canalizaciones, con preferencia de aquéllas con sección asimétrica. Las láminas de bajo ángulo (secuencias de primer orden) que integran esta facies buzan aproximadamente perpendiculares al eje del canal y presentan una geometría en cuña hacia el techo de las barras (fig. 5). Ramos y Sopeña (1983) sugieren que tales barras han alcanzado en su agradación una altura importante con respecto a la profundidad del flujo. En estas condiciones, en cada avenida los clastos se mueven preferentemente en los márgenes de la barra, dando lugar a su acreción lateral mediante adición de una nueva lámina de clastos.

Las barras pueden emerger en las caídas de flujo y desarrollarse sobre ellas someras canalizaciones relle-

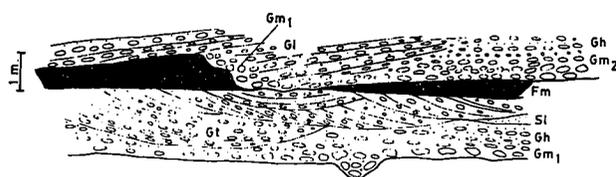


Fig. 5.-Depósitos de la litofacies conglomerático-lutítica. Formas de relleno multiepisódico (abajo) y lateral de canales (arriba).
Fig. 5.-Deposits of the conglomeratic-lutitic lithofacies. Multistorey (down) and laterally filling channels (above).

nas por facies St. Algunas secuencias de segundo orden, sin embargo, culminan con facies Sl, lo que sugiere episodios de flujo de expansión máxima. Además de depósitos de acreción lateral, los canales muestran rellenos masivos (facies Gm₁) o bien producidos por migración de barras de crestas onduladas (facies Gt) y dunas de arena (facies St) (ver fig. 5).

En conclusión, las secuencias de segundo orden de la litofacies conglomerático-lutítica corresponden a la asociación de dos elementos arquitecturales principales: BG y C, correspondientes a sistemas *braided* similares a los de la litofacies conglomerática, pero con un mayor desarrollo de las barras con frentes de avalancha y de los *bed forms* arenosos. Por otro lado, las barras, con mayor altura respecto de la profundidad de flujo, registran episodios de acreción lateral.

A escala de secuencias de tercer orden, las dos litofacies analizadas hasta el momento se diferencian por la inclusión del elemento FD, que representa depósitos en áreas inactivas, en las secuencias correspondientes a la conglomerático-lutítica.

Si estas secuencias de tercer orden reflejan la historia de agradación y migración del sistema de depósito en cada uno de sus sectores, la evolución de su intervalo grueso basal refleja las modalidades de la migración: una evolución positiva significa el abandono progresivo de un segmento activo del sistema; una evolución negativa, progradación y posterior abandono repentino del segmento activo por rápida migración o avulsión; finalmente, una evolución negativa-positiva indica implantación y abandono graduales.

3.2.3.-Litofacies lutítico-conglomerática

Aparece organizada como un conjunto de secuencias de tercer orden de hasta 13 m de potencia, cada una de ellas constituida por un nivel inferior de detríticos gruesos (1,5-4 m, excepcionalmente hasta 8 m) y otro superior lutítico de hasta 9 m, separados por una superficie de segundo orden de carácter no erosivo, según la cual se produce el cambio litológico de forma neta o transicional.

Los intervalos lutíticos superiores poseen una continuidad lateral de orden kilométrico, su espesor crece aguas abajo e incluyen láminas y cuñas de arenisca de

potencia centimétrica a decimétrica, masivas o en facies Sh y Sl.

Los intervalos de detríticos gruesos pueden estar formados por una o varias secuencias de segundo orden. En función de la geometría de estos intervalos pueden diferenciarse:

a) *Depósitos con geometría de cordón*: Constituyen cuerpos aislados de 4-5 m de potencia con bases erosivas. Las secciones perpendiculares al eje mayor son lenticulares, de unos 20 m de amplitud, y muestran una acreción puramente vertical con facies masivas (Gm₁ y Gm₂) y barras de crestas onduladas (Gt) en la base y dunas arenosas (St) hacia techo. Se asignan a canales de baja sinuosidad aislados en la llanura aluvial.

b) *Depósitos tabulares formados por cuerpos con geometría de cordón*: Forman mantos de extensión hectométrica y potencias de hasta 8 m, integrados por la superposición y yuxtaposición de cordones conglomeráticos de amplitud métrica a decamétrica. Estos presentan bases marcadamente canaliformes, muy asimétricas e irregulares en detalle, y techos convexos. Aunque son fuertemente erosivos entre sí, suelen quedar diferenciados por intervalos limoarenosos parcialmente conservados entre ellos.

La facies más frecuente es Gt constituyendo el relleno simétrico o asimétrico de las canalizaciones. Aparece con *sets* de potencia decreciente hacia techo (de 1-1,5 m a 0,3-0,5 m). En menor medida el relleno de las canalizaciones tiene lugar con facies Gm₂ y Gp, esta última con sus láminas oblicuas al eje de los canales. Ambas facies suelen pasar lateralmente a la Gt. La facies St puede presentarse como fase final de algunos rellenos. Los techos convexos de los cordones son expansivos sobre la base canalizada correspondiente. Presentan facies Gm₁ en su núcleo que pasa a facies G1 hacia los flancos.

Estos depósitos corresponden a un sistema de canales próximos pero diferenciados en la llanura aluvial, cuya acreción vertical se realiza, en sus fases iniciales, por migración y superposición de un sistema de barras de crestas onduladas y barras transversas.

Cuando estos canales se hacen someros por colmatación son insuficientes para encauzar el flujo en los períodos de alta descarga; en tal situación, se produce un desbordamiento con sedimentación rápida (facies Gm₁), originándose un lóbulo que se expande sobre la llanura de inundación adyacente al canal. Sucesivos episodios de flujo dan lugar a una acreción frontal y lateral de estos depósitos (facies G1). Tales lóbulos suponen la aparición de relieves positivos en la llanura aluvial, acotando las áreas en que vayan a implantarse nuevos canales en su migración (fig. 6).

c) *Depósitos tabulares*: Son los más frecuentes en esta litofacies. Su extensión es hectométrica y su

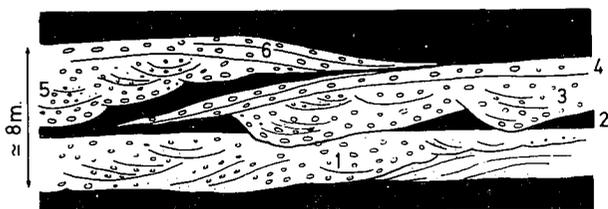


Fig. 6.-Esquema de la génesis de depósitos tabulares formados por cuerpos con geometría de cordón. Leyenda: 1: Sistema de barras y canales. 2: Depósitos de llanura de inundación. 3: Fase de acreción vertical de un canal. 4: Fase de desbordamiento, depósito de un lóbulo y formación de relieve positivo. 5: Implantación de un nuevo sistema de canales en un área deprimida de la llanura aluvial. 6: Nueva fase de desbordamiento y acreción de lóbulos.

Fig. 6.-Genesis of tabular deposits formed by ribbons. Key: 1: System of bars and channels. 2: Alluvial plain deposits. 3: Vertical accretion stage of a channel. 4: Overbank stage, deposit of a lobe and formation of positive relief. 5: Placing of a new channel system in a depressed area of the alluvial plain. 6: A new stage of overbank and accretion of the lobes.

potencia de 2 a 4 m. Su organización interna corresponde a una o varias secuencias de segundo orden de 1 a 2 m de potencia, limitadas por superficies erosivas canaliformes laxas o planas con canalizaciones de detalle. Comprenden una amplia variedad de facies conglomeráticas y arenosas y su evolución es generalmente grano-decreciente.

Próximas a la litofacies conglomerático-lutítica, en base de las secuencias de segundo orden que forman estos depósitos predominan las facies Gt y Gp alternante con Sp, asociadas lateralmente con Gm y Gh en menor proporción; en el techo aparecen facies St y Sh constituyendo cuerpos de amplia continuidad lateral. Esta organización corresponde a depósitos de un sistema de canales entrelazados, posiblemente con distintos niveles topográficos. En el inferior se desarrollan barras transversas conglomeráticas de hasta 1,5 m de altura, mientras que en el superior, únicamente activo durante las avenidas, tiene lugar la migración de dunas de arena.

Siguiendo las direcciones de paleocorrientes aumenta la proporción de facies arenosas, encontrándose depósitos con predominio de las facies Sp en sets de 0,2 a 0,5 m, con Gm₂ y Gt subordinadas constituyendo cuñas o lentejones de 0,1-0,3 m de potencia. En las áreas más aguas abajo, un mismo depósito tabular puede presentarse formado por segmentos con las características que acabamos de describir y, adyacentes a ellos, por otros caracterizados por el elemento arquitectural AL, que se hace muy patente como un conjunto de cuerpos sigmoidales de acreción lateral (fig. 7). Estos cuerpos se desarrollan sobre superficies erosivas que se reconocen como

sucesivas canalizaciones amplias y asimétricas. Los cuerpos sigmoidales buzan suavemente hacia el eje de los canales. Su potencia varía de 0,3 a 1 m y a lo largo de ellos se observa, al distanciarse del eje del canal, un paso de conglomerados a areniscas con laminación paralela a las superficies de acreción. Esto evidencia condiciones hidrodinámicas propias de flujos helicoidales en tramos curvos de canales. Sin embargo, hacia el eje de las canalizaciones, estos cuerpos dan paso a un relleno con facies Gt y St. Adyacente a cada relleno y cubriéndolo se reinicia la acreción lateral hacia una nueva canalización. Por tanto, el proceso de migración no es continuo, sino que alterna con fases cortas de acreción vertical.

La terminación distal de algunos cuerpos sigmoidales desborda sobre depósitos de acreción y relleno previos debido a períodos mayores de flujo. En ocasiones este fenómeno es generalizado y da lugar a lóbulos o barras de arena de frentes sinuosos sobre la llanura de inundación (fig. 8), indicando períodos en que la carga transportada superaba la capacidad de la red.

Así pues, los depósitos tabulares evidencian variaciones en la sinuosidad de la red a lo largo de la litofacies lutítico-conglomerática: sus sectores más aguas arriba presentan características de sistema entrelazado, mientras que en los más aguas abajo de desarrollan tramos meandriformes. Estas variaciones se dan también en el tiempo para un mismo punto, puesto que en la vertical se puede reconocer que los depósitos tabulares con acreción lateral alternan con otros formados por barras transversas conglomeráticas y arenosas e incluso con depósitos en cordón aislados o agrupados.

3.2.4.-Litofacies lutítica:

Ocupa la mayor parte de la cubeta de Cobatillas. Como ya se ha dicho, dentro de ella se establece la diferenciación de lutitas con areniscas y lutitas con carbonatos. Ambas se indentan a la vez que las primeras tienden a progradar hacia el norte sobre las segundas, localizadas en el margen septentrional de la cubeta.

3.2.4.1.-Litofacies lutítica con areniscas:

Está organizada en secuencias de tercer orden de 2 a 8 m de potencia, integradas por un nivel lutítico de hasta 6 m y otro arenoso de 1-2 m, excepcionalmente 4 m. La evolución de estas secuencias básicas puede ser positiva o negativa.

En ambos casos las lutitas representan depósitos de decantación, entre los que suelen intercalarse láminas centimétricas de areniscas sin estructura aparente o con laminación horizontal. Con frecuencia, la organización de los niveles lutíticos es referible a un conjunto de secuencias de segundo orden de alrededor de 1 m de potencia que concluyen con facies Fy, Y o Cm, esta última con cristales de yeso entre sus láminas, in-

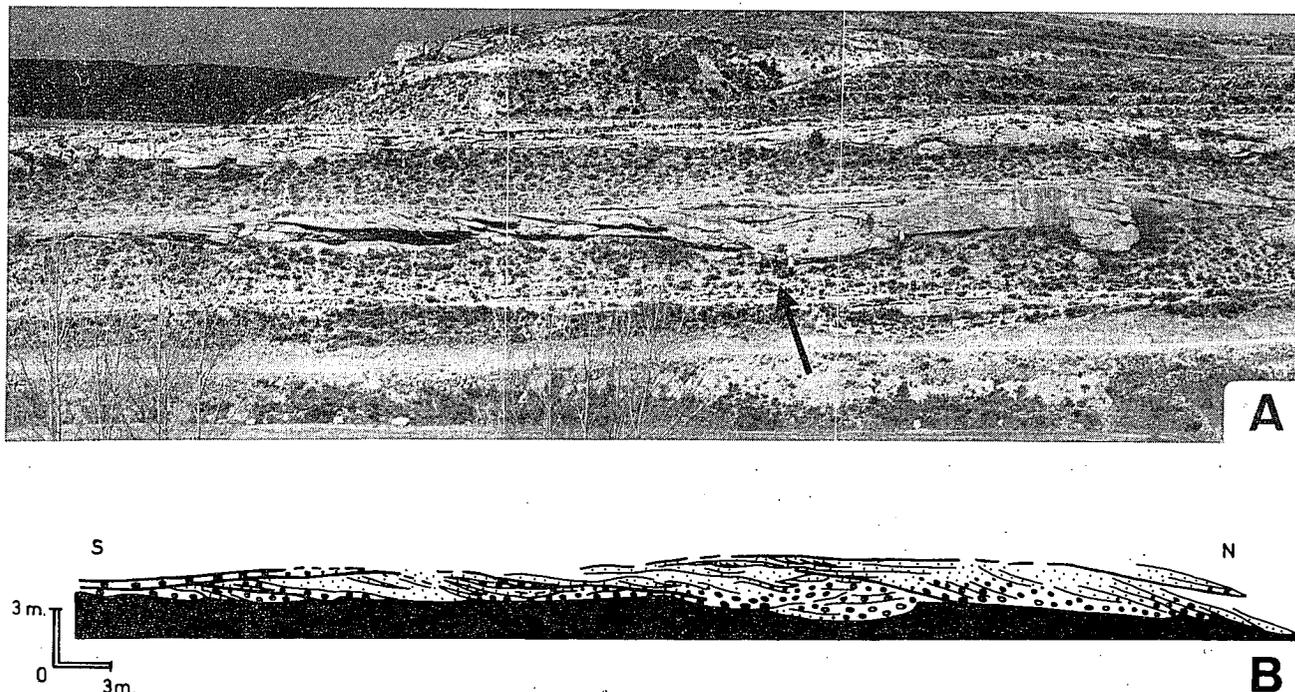


Fig.7.-Aspecto de la litofacies lutítico-conglomerática. A).— El depósito tabular en el centro de la fotografía presenta cuerpos de acreción lateral (la flecha señala un grupo de personas como escala). B).— Esquema del mismo depósito, se reconocen de sur a norte fases alternantes de acreción lateral y relleno de canal.

Fig.7.-A view of the lutitic-conglomeratic lithofacies. A) The central tabular deposit of the photograph shows lateral accretion (arrow points to people for scale). B) A sketch of the same deposit. Lateral accretion and channel-filling alternating phases are recognized from south to North.

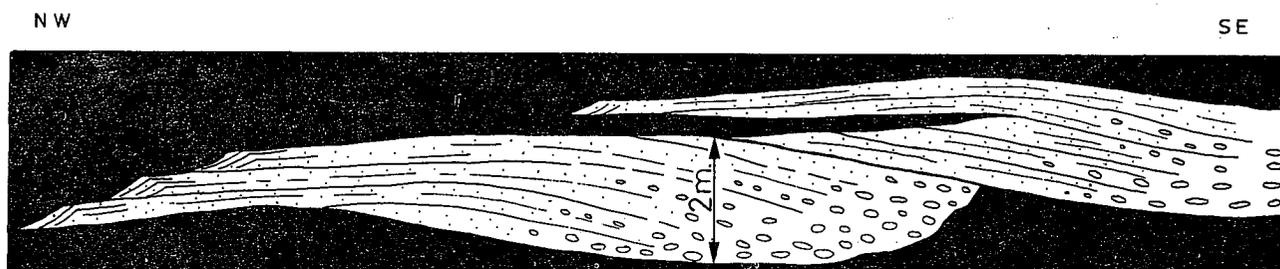


Fig.8.-Depósitos de acreción lateral desbordando sobre la llanura de inundación como barras o lóbulos de arenisca.
Fig.8.-Deposits of lateral accretion overbanking as sandstone bars or lobes.

dicando la existencia de áreas encharcadas en cuyos márgenes tienen lugar procesos de bombeo evaporítico.

La geometría de los cuerpos arenosos puede referirse a dos tipos:

- a) Depósitos en cordón: Son muy minoritarios en esta litofacies. Presentan secciones lenticulares con bases canaliformes y techos planos o convexos; su potencia oscila de 1,5 a 3-4 m y su amplitud de 10 a 15 m. Internamente su organización responde a un conjunto de secuencias de segundo orden en las que domina la facies St, con sets de hasta 0,5 m, que hacia techo pasa a Sl. Cuando ha podido reconocerse, su afloramiento en

planta es rectilíneo, lo que permite asignarlos a canales de baja sinuosidad. Sin embargo, de forma excepcional, en algún cordón con relación amplitud/profundidad relativamente alta, el relleno culmina con una secuencia de segundo orden caracterizada por cuerpos de acreción lateral. En ocasiones se observa que los depósitos en cordón pasan aguas abajo a depósitos tabulares de arenisca.

- b) Depósitos tabulares: Con potencias de 1 a 2 m y extensión hectométrica a decamétrica, presentan en conjunto una amplia variedad de facies.

En unos casos, los depósitos están integrados por un conjunto de láminas o cuñas de espe-

sor decimétrico separadas por superficies de segundo orden. Se reconocen facies Sl y Sh y, en menor medida, Sp, Ss, Sr y St, esta última convolucionada a veces (fig. 9). La facies Sp puede alcanzar bastante relevancia en depósitos tabulares situados cerca del límite de la litofacies lutítica con la lutítico-conglomerática. Se presenta en *sets* de 0,2-0,3 m y, ocasionalmente, se asocia a facies Gm₁, que constituye láminas de reducida potencia o el relleno de canalizaciones de detalle. Estos depósitos, referibles al elemento arquitectural LA, reflejan una agradación a partir de sucesivos flujos prácticamente inconfiados que sedimentan bajo condiciones de alto régimen (McKee *et al.*, 1967). En las partes más proximales de la litofacies que ahora se analiza, tales flujos pueden originar láminas conglomeráticas, mientras que más aguas abajo originan depósitos arenosos en facies Sl y Sh. En la fase de descenso, los flujos dan lugar a depósitos con facies Sp en las partes más proximales y a facies St y Sr y a someras canalizaciones de detalle rellenas con facies Ss en las distales.

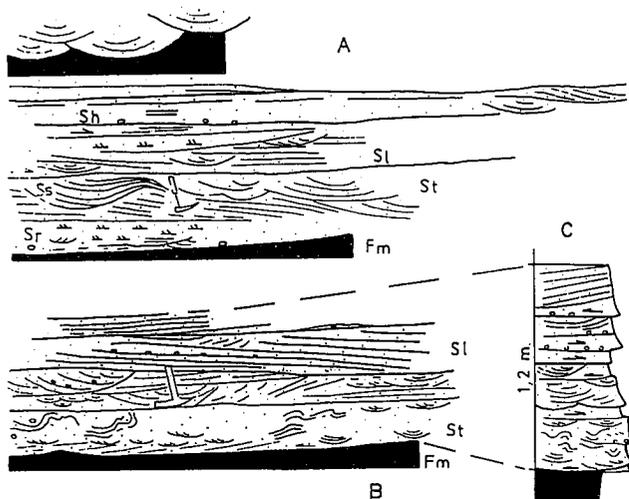


Fig.9.-Depósito de lámina de arenisca de la litofacies lutítica, integrado por cuatro secuencias de segundo orden. A y B son secciones de un mismo cuerpo, C una secuencia de tercer orden.
Fig.9.-Sandstone sheet of the lutitic lithofacies that includes four second order sequences. A and B are sections of a same body, C is a third order sequence.

En otros casos, el depósito arenoso corresponde al elemento arquitectural MF (fig. 10). Sus *foreset* (secuencias de primer orden) pueden estar separados por láminas lutíticas y presentar *ripples* simétricos sobreimpuestos. Estos *foreset*, en su terminación distal, pasan a láminas de arenisca fina o limo con *climbing ripples* incluidas en la facies Fl.

Estos depósitos se interpretan como lóbulos o pequeñas barras arenosas de tipo deltaico, originadas cuando flujos canalizados desembocan

en un cuerpo de agua somero. Culminan con facies Sh y Sl, que se presentan como láminas centimétricas a decimétricas con *ripples* simétricos sobreimpuestos que pasan, sin pérdida de continuidad, a intercalarse entre cuñas de facies Sf mediante un contacto basal erosivo (fig. 11). Representan etapas de interrupción de la progradación de los lóbulos, durante las cuales se remodela el frente de los mismos y tiene lugar una acreción vertical del depósito. Se atribuyen a períodos de expansión del cuerpo acuoso.

3.2.4.2.-Litofacies lutítica con carbonatos:

Está organizada en secuencias de tercer orden que se inician con depósitos de decantación (elemento FD) de 1 a 8 m de potencia y culminan con un término carbonatado de 0,5 a 6-8 m de espesor, de geometría tabular, lenticular o cuneiforme a gran escala, denominado anteriormente elemento arquitectural LP.

Estas secuencias pueden presentar su término basal lutítico de colores rojizos (facies Fm) y culminar con facies Cp, que evidencian sedimentación en áreas palustres. En otras ocasiones, el depósito lutítico consiste en arcillas grises ricas en gasterópodos (facies Fcf), mientras que el término superior corresponde a una facies Cm que aumenta progresivamente en porcentaje de carbonatos. Estos depósitos se originan en cuerpos de agua permanente, en cuyo fondo tiene lugar la decantación en condiciones reductoras y en sus márgenes el depósito carbonatado, favorecido por tapices algales.

3.3.- Evolución del estilo fluvial

Las características sedimentológicas analizadas revelan una evolución del estilo fluvial a lo largo del sistema sedimentario de Cobatillas. Dicha evolución se manifiesta en la aparición de elementos arquitecturales nuevos o en una variación de la importancia relativa y de las dimensiones de los elementos comunes al pasar de una litofacies a otra. Estas litofacies podrán referirse a los diferentes sectores del sistema de sedimentación, los cuales quedarán caracterizados, de forma cualitativa, por las asociaciones de unos determinados elementos y las dimensiones de éstos.

Así, la litofacies conglomerática queda definida por la asociación de sólo dos elementos arquitecturales: BG y C. BG representa barras longitudinales de escaso desarrollo vertical y C canales, generalmente muy amplios y someros, con orillas de bajo relieve debido a la fácil erosionabilidad de los materiales. Todo ello es característico del sector más proximal del sistema, donde la ausencia del elemento FD indica una migración rápida de los segmentos activos, favorecida por la escasa amplitud de dicho sector (ver figs. 4 y 12).

Para la litofacies conglomerático-lutítica se reconoce una asociación de elementos arquitecturales que puede expresarse, tanto en su relación lateral como vertical (secuencia de tercer orden), por: C → BG + (AL

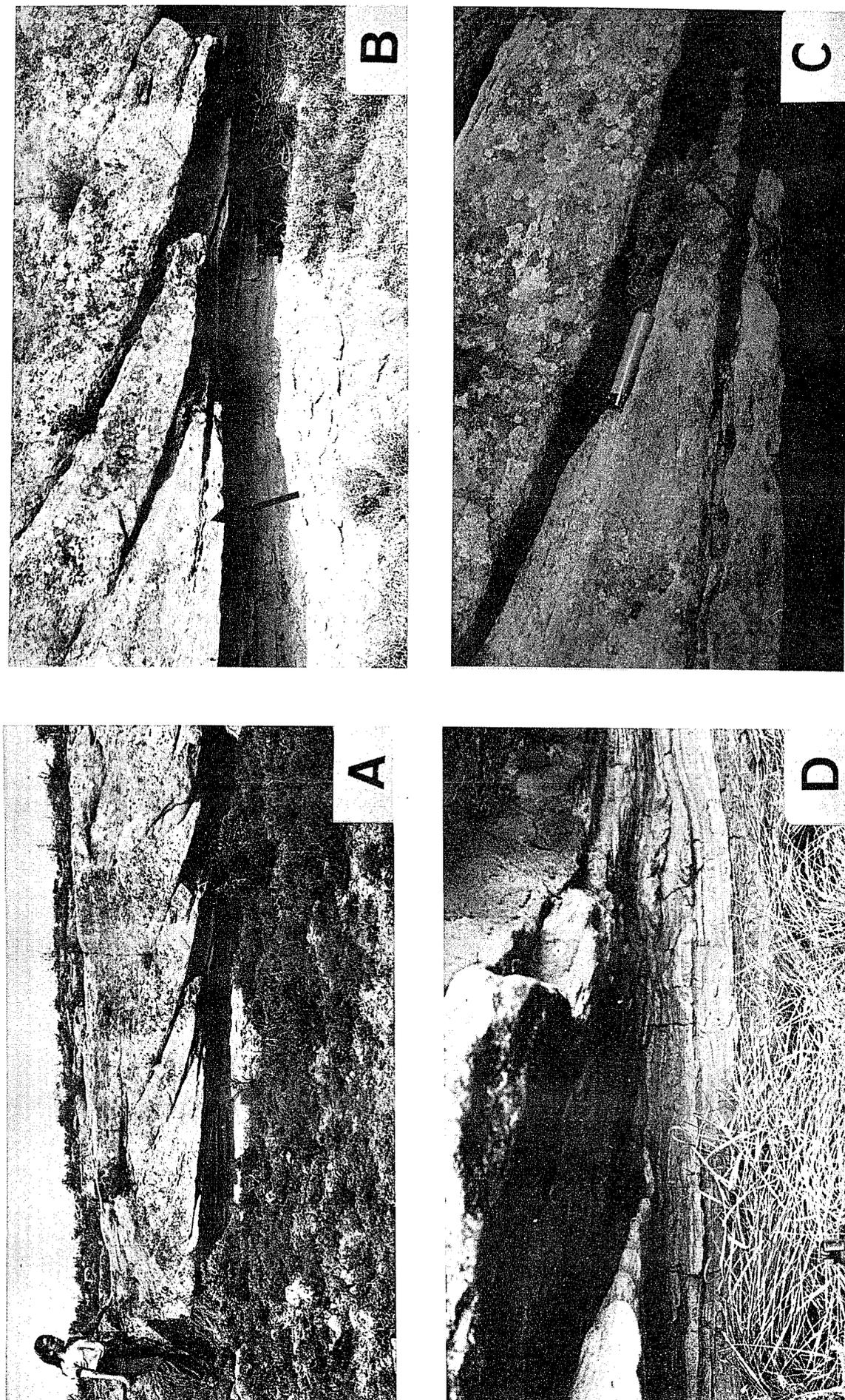


Fig.10.-10A: Aspecto de un depósito tabular de areniscas de la litofacies lutífica (elemento MF). 10B: Detalle de las secuencias de primer orden de progradación del lóbulo (*foresets*). 10C: *Ripples* de oscilación sobreimpuestos a un *foreset*. Su posición en la fig. 9B está indicada por una flecha. 10D: Detalle de la terminación distal de los *foreset*, pasando a facies FI.
 Fig.10.-10A: Appearance of the FM element in the lutitic lithofacies. 10B: Detail of the first order sequences of lobe progradation (*foresets*). 10C: Wave ripples on a *foreset*. Arrow shows their position in figure 9B. 10D: Detail of the *foreset* distal terminations transiting to FI facies.

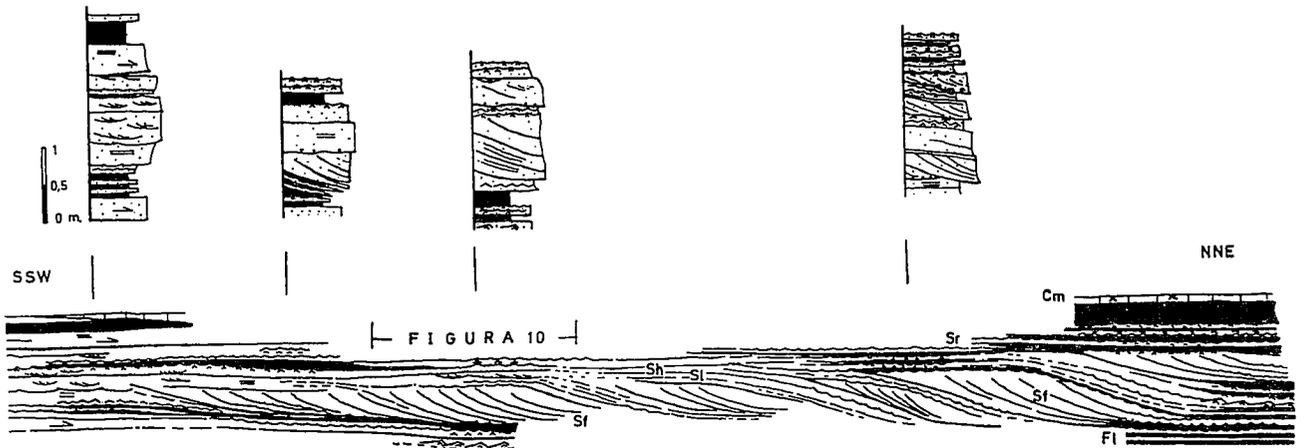


Fig.11.-Esquema de un lóbulo deltaico en la litofacies lutítica con areniscas. Se observan episodios alternantes de progradación (facies Sf) y acreción vertical (facies Sl, Sh y Sr).

Fig.11.-Scheme of a deltaic lobe in the lutitic lithofacies. Note alternating stages of progradation (Sf facies) and vertical accretion (Sl, Sh and Sr facies).

+ BA) \rightarrow FD, en la que los elementos entre paréntesis son ocasionales.

El elemento C puede presentar secciones marcadamente asimétricas; el BG incluye barras longitudinales y transversas, de mayor relieve que en la litofacies conglomerática. La aparición del elemento FD evidencia la existencia y conservación de áreas inactivas, en relación con la creciente amplitud del sistema (figs. 5 y 12). Esta asociación caracteriza el sector proximal-medio del abanico.

En la litofacies lutítico-conglomerática se encuentran los mismos elementos. Sin embargo, la mayor importancia del elemento FD señala la existencia de amplias llanuras de inundación, mientras el elemento C acusa una disminución de la relación amplitud/profundidad al tiempo que una importante variabilidad espacio-temporal en su tipología: canales aislados de baja sinuosidad, canales trenzados y canales con tramos meandriiformes se suceden tanto según la dirección de la corriente, como en la vertical. Ello da lugar a que en las secuencias de tercer orden los elementos arquitecturales se asocien según $C \rightarrow BG + BA \rightleftharpoons AL \rightarrow FD$.

La alternancia de los elementos AL y BA + BG supone pendientes críticas, de forma que la sinuosidad viene controlada por fluctuaciones periódicas en la descarga (Leopold y Wolman, 1957). Estas características son propias del sector medio-distal del abanico (fig. 12).

Por último, en la litofacies lutítica se asocian los elementos FD, LP y LA, con MF y C minoritarios. El predominio del elemento FD es propio de una extensa llanura lutítica a la que se asocian áreas de carácter lacustre-palustre definidas por el elemento LP. El carácter ocasional de los flujos canalizados (elemento C raro) frente a los flujos laminares (elemento LA frecuente) permite deducir la existencia de una ruptura de pendiente entre el sector distal del abanico y el que ahora

se está analizando, referible, por todas las características señaladas, a una extensa playa (fig. 12).

El elemento MF corresponde a pequeños aparatos deltaicos desarrollados en los márgenes lacustres. Las fases de su desarrollo, al igual que las esporádicas etapas de canalización que se registran en la playa, pudieron estar controladas por fluctuaciones periódicas del nivel lacustre.

4.- ASPECTOS PALEOGEOGRÁFICOS.

La quinta unidad de la cuenca de Aliaga, que constituye la mayor parte del relleno de la cubeta de Cobatillas reconocible actualmente, es una U.T.S. de evolución vertical granodecreciente en conjunto, si bien compleja, integrada por dos macrosecuencias o secuencias de cuarto orden (fig. 2C).

La macrosecuencia inferior, granodecreciente, refleja una rápida retrogradación a escala del correspondiente sistema de sedimentación, mientras que la macrosecuencia superior, granocreciente-granodecreciente, evidencia la evolución progradante-retrogradante del sistema analizado en el presente trabajo. Estas evoluciones no pueden ser explicadas por mecanismos autocíclicos, siendo necesario invocar factores externos al medio de sedimentación que, en estos ambientes continentales, se reducen a fenómenos tectónicos y/o climáticos.

Los procesos sedimentarios interpretados apuntan hacia un contexto climático semiárido. Son especialmente significativos al respecto las facies y los depósitos de los sectores más distales de los sistemas de sedimentación, de los que se inducen variaciones importantes en la descarga, amplias fluctuaciones de la extensión de las áreas palustre-lacustres y procesos de bombeo evaporítico. Tal situación climática no parece tener variaciones de tipo cualitativo a lo largo de la se-

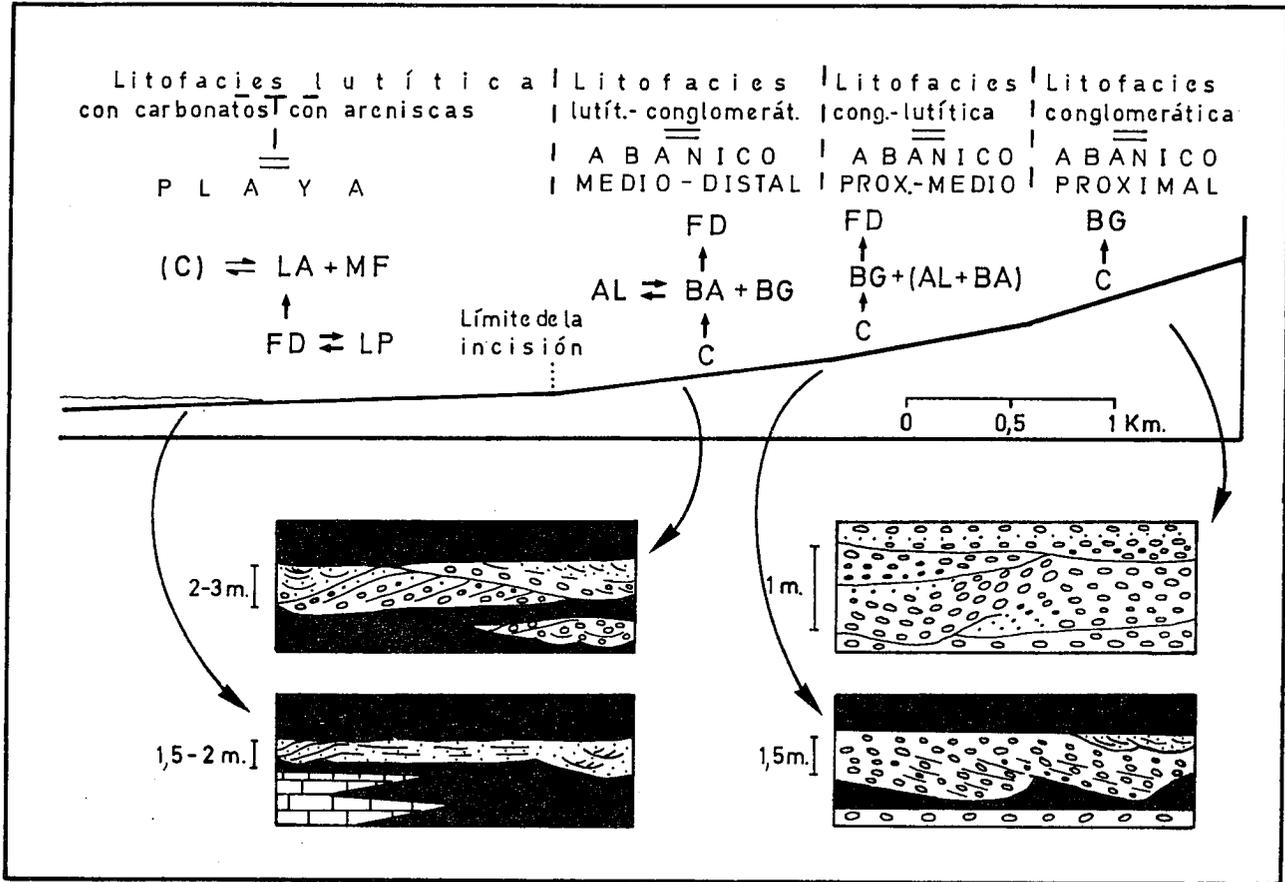


Fig.12.-Síntesis sedimentológica del sistema aluvial de Cobatillas. La evolución del estilo fluvial se expresa mediante asociaciones de elementos arquitecturales en las secuencias de tercer orden.

→ Transición hacia techo. ⇌ Paso lateral;
 ⇌ Alternancia de elementos; () Elemento ocasional.

Fig.12.-Sedimentological synthesis of the alluvial system of Cobatillas. The evolution of the fluvial style is expressed by architectural element associations in third order sequences

→ Upward transition; ⇌ Lateral transition;
 ⇌ Alternation of elements; () Occasional element.

dimentación de la unidad dada la uniformidad de facies, por lo que se ha de aceptar que es la tectónica el factor determinante de la evolución macrosecuencial observada.

Siendo esta evolución granodecreciente en conjunto, se infiere una deceleración de la actividad tectónica desde un máximo que dio lugar a la discordancia basal de la unidad. Sin embargo, la complejidad evolutiva de la unidad parece indicar que dicha deceleración no fue un proceso uniforme, pudiendo haber tenido lugar algún tipo de reactivación en el límite entre las macrosecuencias que integran la unidad.

Según las direcciones de corriente y la disposición de las litofacies (fig. 2B), el sistema sedimentario estudiado tiene su ápice en el vértice suroriental de la cubeta. Su área fuente se sitúa, por tanto, en la intersección de relieves mesozoicos con alineaciones aproximadas E-W y N-S. A partir del sector más proximal, las

paleocorrientes se reorientan hacia el oeste, sentido según el cual se extienden los sectores medios y distales. Las facies lacustres y palustres se adosan al margen norte de la cubeta. Era ésta el área más deprimida del sistema sedimentario y, como nivel de base local, registra una importante agradación por procesos de decantación y precipitación. Dicho margen norte no suministra sedimentos, por lo que actúa como un mero alto o umbral contra el que eran empujadas las facies más distales del sistema sedimentario.

AGRADECIMIENTOS:

El presente trabajo ha sido realizado dentro del proyecto n.º 0826/84 de la CAICYT. Al Dr. Anadón Monzón, que realizó una primera revisión crítica del manuscrito, aportando sugerencias de gran interés que agradecemos vivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Arenas, C., Pardo, G., González, A. y Villena, J. (1987): Evolution of the fluvial architecture along a Miocene alluvial system.- *VIII Europ. Reg. Mtg. Sediment. I.A.S.*, 43-44.
- Canerot, J. (1974): *Recherches géologiques aux confins des Chaînes Ibériques et Catalane*. Tesis (public. Doc. Enadimisa, serie 5, n.º 4, 517 p.
- Crespo, A., Navarro, D. y Canerot, J. (1977): Mapa y memoria explicativa de la Hoja 518 (Moltalbán) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. *Inst. Geol. Min. España*.
- Falot, P. y Bataller, J.F. (1926a): Sur la tectonique des montagnes entre Montalbán et le littoral de la province de Castellón. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 182: 275-277.
- Falot, P. y Bataller, J.R. (1926b): Sur l'allure d'ensemble et sur l'âge des plissements dans les montagnes du Bas-Aragón et du Maestrazgo. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 182: 398-400
- Gautier, F. (1979): Mapa y memoria explicativa de la Hoja 543 (Villarluengo) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. *Inst. Geol. Min. España*,
- González, A., Pardo, G., Villena, J. y Pérez, A. (1984): Estratigrafía y sedimentología del Terciario de la cubeta de Alloza (prov. de Teruel). *Bol. Geol. Min.* 95: 407-428.
- Hein, F.J. y Walker, R.G. (1977): Bar evolution and development of stratification in the gravelly, braided, Hicking Horse River, British Columbia. *Can. Jour. Earth Sci.*, 14: 562-570.
- Leopold, L.B. y Wolman, M.G. (1957): River channel patterns: braided, meandering and straight. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 282 B, 1-73.
- McKee, E.D., Crosby, E.J. y Berry Hill, B.L. (1967): Flood deposits, Bijon Creek, Colorado. *Jour. Sed. Petrol.*, 37: 829-851.
- Meléndez, A., Pendón, J.G. y Simón, J.L. (1981): Evolución sedimentaria de un abanico aluvial neógeno en la región de Cobatillas (Teruel). *Teruel*, 66: 15-30.
- Miall, A.D. (1978): Lithofacies types and vertical profiles models in braided rivers deposits: A summary.- In: *Fluvial Sedimentology* (A.D. Miall, ed.), *Can. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, 5: 597-604.
- Miall, A.D. (1985): Architectural-Element Analysis: A new method of Facies Analysis Applied to Fluvial Deposits. *Earth Sci. Rev.*, 22: 261-308.
- Pérez, A., Pardo, G., Villena, J. y González, A. (1983): Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la cubeta de Montalbán (prov. de Teruel). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 81: 197-223.
- Ramos, A. y Sopeña, A. (1983): Gravel bars in low-sinuosity streams (Permian and Triassic, Central Spain). In: *Modern and ancient fluvial systems* (J.D. Collinson y J. Lewin, Eds.), *Int. Ass. Sediment.*, Spec. Pub. 6: 301-312.
- Robles Orozco, S. (1984): El complejo sedimentario aluvial y lacustre de edad paleógena de la Poblá de Segur, entre los ríos Noguera Pallaresa y Flamisell (Prepirineo de Lérida). *Ilerda*, XLV, 53 p.
- Villena, J., Pérez, A., Pardo, G. y González, A. (1987): Estudio sedimentológico del Terciario de la hoja 1:200.000 Daroca.- *Inst. Geol. Min. España*, Madrid.

Recibido el 1 de febrero 1988
Aceptado el 15 de mayo 1988