

# Canales arenosos de la Formación Nájera: Características Depositionales y factores de control

*Sandy Channels of the Nájera Formation: Depositional Characteristics and control factors*

J. Molinero Huguet y F. Colombo Piñol

Grup de Geodinàmica i Anàlisi de Conques. Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. Zona Universitària de Pedralbes. 08071. Barcelona.

## ABSTRACT

The studied sedimentological section is located in continental tertiary sediments of the western part of the Ebro Basin, and have been interpreted as being generated by braided streams in a general depositional subenvironment corresponding to the external zones of alluvial fans. In this context we found channel deposits with characteristics that are typical of meandering rivers, suggesting that some streams with a sinuous thalweg circulated within this braid plain. The significant aggradational pattern shown by these deposits was conditioned by both the lithological characteristics of the bed and the extra sedimentary supply from a local relief which was formed in response to the activity of a blind thrust.

**Key words:** Channels. Tectonics - Sedimentation. Nájera Formation. Ebro Basin. La Rioja.

Geogaceta, 20 (2) (1996), 293-296  
ISSN: 0213683X

## Introducción

El presente trabajo corresponde a un análisis sedimentológico realizado en materiales terciarios del sector riojano de la Cuenca del Ebro. De una manera especial, el estudio se centra en unos depósitos lenticulares con características poco usuales, cuyas peculiaridades se pretenden explicar relacionando su génesis con la actividad sincrónica de una estructura tectónica concreta.

Las sierras de Cameros y La Demanda se sitúan en la parte noroccidental de la Cordillera Ibérica (Fig. 1) y constituyen una unidad alóctona con un desplazamiento horizontal que varía según diferentes autores entre los 25 Km (Casas, 1993) y 30 Km (Guimerà *et al.*, 1995). Este movimiento cabalgante forma parte de un proceso de inversión tectónica que tuvo lugar durante el Terciario, produciéndose el levantamiento y desplazamiento hacia el norte de la cuenca extensiva de Cameros anteriormente formada durante el Jurásico-Cretácico (Casas, 1992; Casas, 1993; Mas *et al.*, 1993; Guimerà *et al.*, 1995). El desplazamiento de la lámina cabalgante de Cameros-La Demanda está datado (Muñoz, 1992) en base a unidades tectosedimentarias (UTS) definidas en la Cuenca del Ebro, como Eoceno-Mioceno (Vállesiense).

La zona estudiada, se sitúa en la transversal del Río Najerilla frente a la unidad paleozoica de La Demanda, y muy próxima al con-

tacto de esta unidad con la unidad mesozoica de Cameros (Fig. 1).

El perfil sedimentológico que se presenta, se realizó en el flanco norte de un pliegue monoclinale que limita las láminas cabalgantes de Anguiano y de Nájera (Fig. 1). Este pliegue monoclinale es la manifestación en superficie de un cabalgamiento ciego constatable en sísmica de reflexión.

Litoestratigráficamente, los depósitos estudiados pertenecen a la Formación de Nájera (Riba, 1955) y en cuanto a unidades con significado genético (UTS), estarían dentro de la UTS 3 de Ramírez *et al.*, 1989 (Avergiense-Ageniense) y de la UTS A4 de Muñoz, 1992 (Ageniense).

## Características deposicionales

El perfil sedimentológico sintético que se presenta (Fig. 2A) se puede dividir en cuatro tramos descriptivos en cuanto a su contenido litológico.

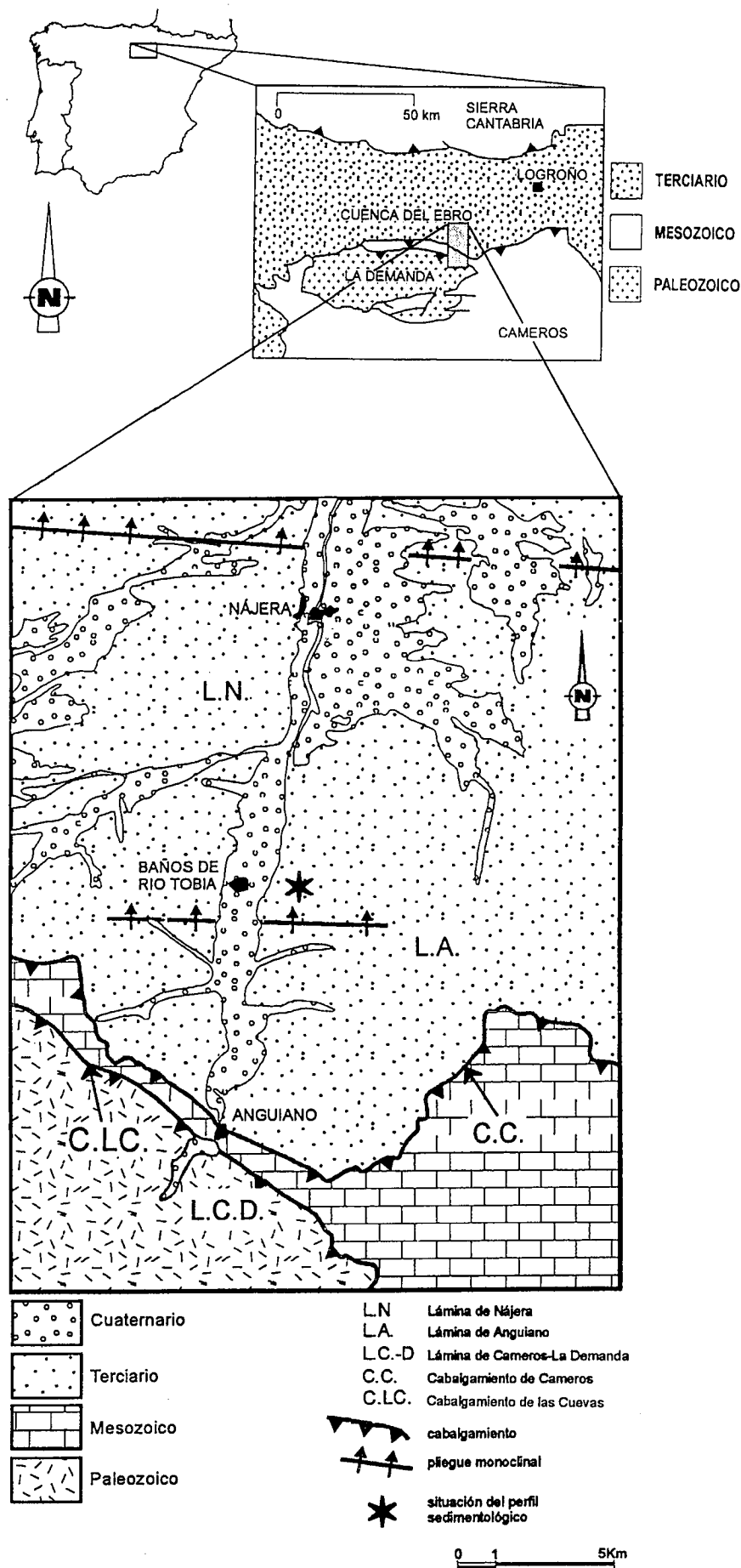
En el primer tramo predominan los conglomerados con clastos poligénicos de diámetros entre 0,5 y 7 cm, con un contenido también importante aunque menor de areniscas silíceas de grano medio a grueso y niveles muy esporádicos de lutitas. El segundo tramo fundamentalmente lutítico presenta niveles esporádicos de areniscas lenticulares de grano medio-grueso. Estos lentejones de areniscas muestran en ocasiones depósitos basales con-

glomeráticos. En el tercer tramo el contenido en conglomerados y areniscas es similar y las lutitas muy esporádicas. En el cuarto y último tramo predominan claramente las areniscas silíceas con tamaño de grano desde fino hasta grueso, también con niveles esporádicos de lutitas. En ocasiones aparecen alineaciones de clastos (*lags*) en las bases de los estratos, o pequeñas acumulaciones lenticulares entre las areniscas.

También, se encuentran estratificaciones cruzadas planares y en surco, lenticulas de areniscas inmersas en unidades conglomeráticas, abundantes superficies de discontinuidad tanto en las areniscas como en los conglomerados, secuencias granulométricas positivas, y laminaciones horizontales y cruzadas de tipo *ripple*. Las estructuras direccionales que se han encontrado muestran orientaciones que varían entre N300E y N345E, que indican un aporte desde el E-SE.

Dentro del tramo 4 del perfil, aparecen unos depósitos lenticulares muy característicos (Fig. 2B). Estos depósitos descansan sobre una superficie de erosión neta que corta a los estratos tabulares subyacentes y están compuestos por litofacies diferentes: facies de conglomerados bien seleccionados y granosostenidos, facies de areniscas gruesas y medias, facies de areniscas finas y muy finas, y facies de lutitas (menos abundantes).

Geométricamente, estos depósitos muestran superficies de discontinuidad que delimitan cuerpos individuales de morfología sigmoidal (Fig. 2B). Estas superficies que aparecen



muy claras en la mayor parte del conjunto estudiado, pierden su continuidad en las facies conglomeráticas y se hacen menos claras en las facies de areniscas más gruesas. Dentro de cada uno de estos cuerpos sigmoidales individuales se observa una gradación granulométrica muy clara desde un extremo a otro, que hace que los cambios laterales entre las facies descritas sean muy difusos. Así, desde los conglomerados con clastos de mayor diámetro situados en el extremo norte, se continua sin interrupción hasta las areniscas más finas, y en ocasiones lutitas, situadas en el extremo sur. En dos de estos cuerpos unitarios, existen laminaciones y estratificaciones cruzadas que sugieren formas de fondo de tipo ripple y megaripple que indican un sentido ascendente hacia el sur.

La geometría global del depósito, muestra que la forma lenticular definida por la superficie de erosión es asimétrica, con una parte más abrupta a la que se adosan las facies más gruesas y otra de tendencia más suave sobre la que descansan los sedimentos más finos.

El apilamiento de los cuerpos unitarios sigmoidales, las variaciones granulométricas graduales y el acuñamiento de alguno de ellos hacia lutitas superiores constituyen los rasgos más característicos. Así, este apilamiento se podría definir por medio de un vector con una componente horizontal (que representaría el fenómeno de acreción lateral) y otra componente vertical (que representaría el fenómeno de agradación). Se podría decir que ambos fenómenos han actuado de forma conjunta durante la generación de estos depósitos, y que además la agradación es por lo menos tres ordenes de magnitud superior a la acreción lateral. (Fig. 2C).

**Consideraciones sedimentológicas**

Se interpretan los tramos 1, 3 y 4 del perfil como generados por cursos acuosos entrelazados (braided) que transportaban el material por el fondo en forma de barras, dentro de un subambiente deposicional correspondiente a cuerpos externos de abanicos aluviales de alta eficacia de transporte (Colombo, 1989).

Por otra parte, el tramo 2 podría corresponder a la sedimentación en zonas más distales del abanico, en un subambiente de pie interno, con lo que estaría reflejando una retrogradación seguida de una progradación de todo el sistema deposicional, o bien podría corresponder a zonas laterales restringidas entre los cuerpos externos de diferentes abanicos, y de

Fig. 1.- Situación y mapa geológico de la zona estudiada (modificado de Muñoz, 1992).

Fig 1.- Location and geological map of the studied area ( modified of Muñoz, 1992).

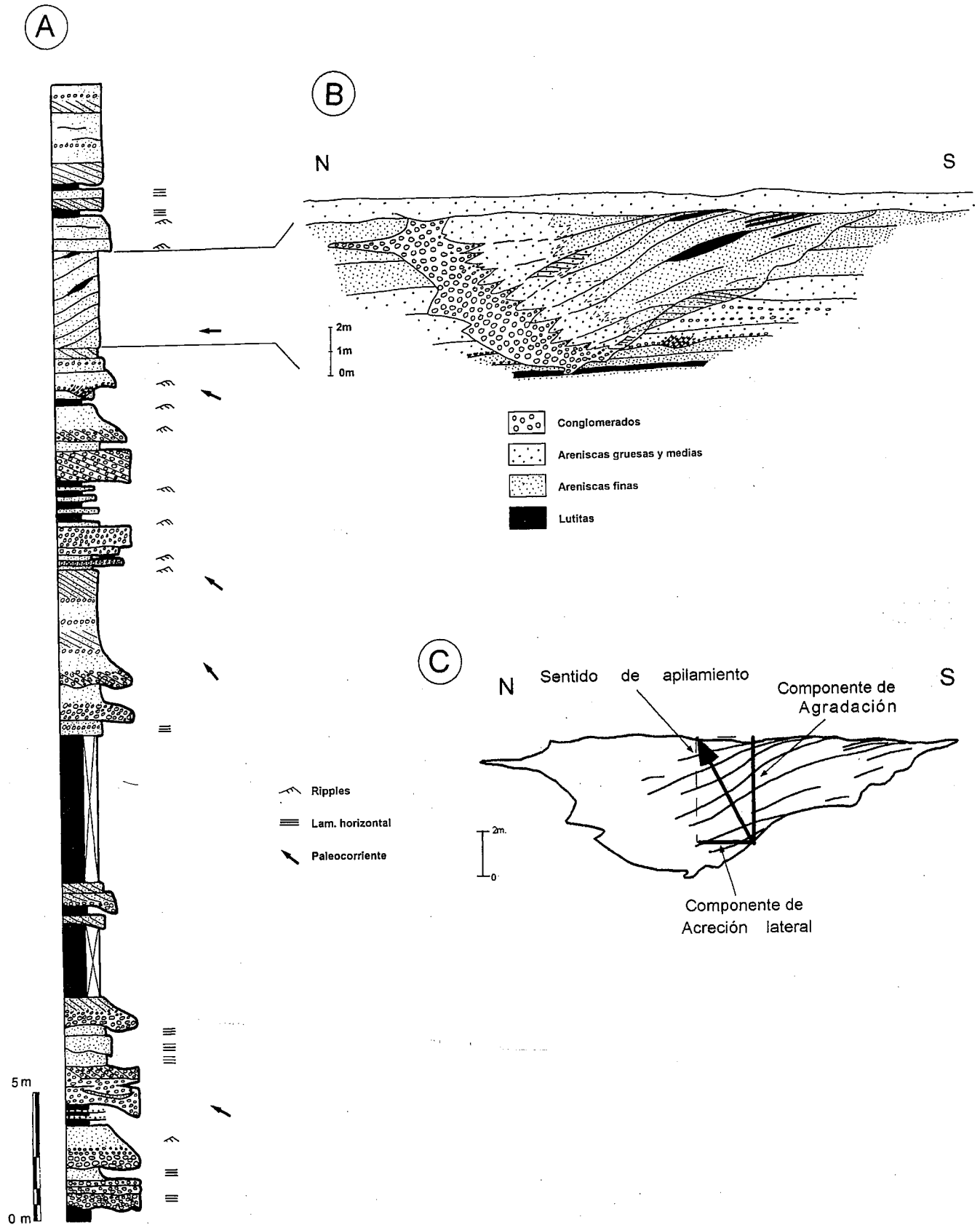


Fig 2.- A) Perfil sedimentológico. B) Arquitectura deposicional de los depósitos canaliformes estudiados. C) Diagrama esquemático en el que se muestra el sentido de apilamiento de los cuerpos sigmoidales unitarios.

Fig 2.- A) Sedimentological section. B) Depositional architecture of the studied channel deposits. C) Simplified scheme showing the stacking path of the unitary sigmoidal bodies.

este modo simplemente están reflejando migraciones laterales de estos subambientes sedimentarios. El carácter semicubierto de este tramo no ha permitido discernir claramente entre estas dos posibilidades.

La morfología del depósito resaltado en la Figura 2B, así como las características sedimentológicas de cada uno de los cuerpos sigmoidales unitarios, coincide muy fielmente con el modelo propuesto por Allen (1965, 1970) para los depósitos de canal de los ríos meandriformes que incluyen depósitos de fondo de canal ("channel lag deposits") y de barra de meandro con granulometría decreciente de forma gradual ("point bar deposits"). Este decrecimiento granulométrico gradual es el resultado de la trayectoria helicoidal de las líneas de flujo debido a la perturbación que sobre ellas producen los meandros. También parece coincidir con este modelo el hecho de encontrar estructuras sedimentarias de tipo de estratificación cruzada en surco ("trough") y laminación cruzada ripple de tipo escalante, así como el hecho de que las paleocorrientes que indican estas estructuras y la dirección del eje del canal sean aparentemente perpendiculares.

Sin embargo lo que no coincide con este modelo es la manera en la que se agrupan estos cuerpos sigmoidales unitarios, puesto que el proceso dominante y que condiciona de manera fundamental la arquitectura deposicional de los depósitos de los ríos meandriformes es la acreción lateral, resultado de la migración del canal transversalmente a la dirección principal del flujo, al contrario que en los depósitos estudiados en los que se ha visto que el proceso dominante es la agradación. Además, la granulometría de los depósitos hace pensar que el canal debía transportar una gran cantidad de carga tractiva de granulometría gruesa, mientras que los ríos meandriformes se caracterizan por transportar mayoritariamente carga en suspensión o bien carga mixta (entre el 3 y el 11% de carga tractiva) (Schumm, 1981).

En la clasificación de los tipos de canales fluviales realizada por Schumm (1981) a partir de estudios experimentales, existen unos que corresponden a canales entrelazados (*braided*) que transportan la mayor parte del sedimento por tracción, pero con una línea principal de flujo (talveg) sinuosa, (tipo 4.a) que el propio autor denomina "canal braided transicional con talveg meandriforme". Según Schumm (1977), estos canales tienen una sinuosidad (que varía entre 1,15 y 1,20) suficiente para generar depósitos tipo *point bar* en unos gradientes máximos de hasta 1,5, más propios de ríos trenzados que de ríos meandriformes. Así, se han interpretado estos depósitos como gene-

rados dentro de un contexto de llanura arenosa con cursos acuosos trenzados, con líneas de flujo sinuosas que, al menos localmente, podrían producir las perturbaciones necesarias capaces de generar trayectorias helicoidales que darían lugar a la arquitectura deposicional de los depósitos estudiados.

### Factores de control

El hecho de la importancia que representan los fenómenos de agradación frente a los de acreción lateral, se explican desde dos puntos de vista. En primer lugar, la llanura por la que discurría este canal está compuesta por arenas y gravas, lo cual representa una dificultad para que el canal pueda migrar lateralmente a la dirección principal del flujo y produzca acreción lateral de las barras. Si además el sistema recibe un aporte de sedimento sensiblemente superior al que es usual en estas partes de los sistemas aluviales, el fenómeno de agradación se vería aun más favorecido.

Este aporte sedimentario anómalo, se puede deducir acudiendo a que los sedimentos estudiados se encuentran dentro de unidades estratigráficas sintectónicas al emplazamiento de un cabalgamiento ciego que limita la lámina de Nájera con la lámina de Anguiano y que produce en superficie el pliegue monoclinial en el que se realizó el perfil. Estas unidades estratigráficas sintectónicas (UTS A4 y A5 de Muñoz, 1992) presentan notables diferencias de espesor a un lado y otro del pliegue monoclinial. Esta sedimentación sintectónica se puede constatar en el campo por medio de la observación directa de estructuras como abanicos de capas o estratos sintectónicos que en distancias de 40-50 m llegan a doblar su espesor.

Por lo tanto, la actuación de este cabalgamiento generaría un levantamiento que estaría creando un relieve local muy próximo al canal estudiado, que produciría el aporte sedimentario extraordinario anteriormente sugerido.

### Implicaciones deposicionales

El perfil sedimentológico que se presenta se interpreta como generado por cursos acuosos entrelazados (*braided*) dentro de un subambiente deposicional correspondiente a zonas externas de abanicos aluviales de alta eficacia de transporte, cuyo ápice se situaría hacia el SE de la zona estudiada.

Dentro de estas llanuras con cursos acuosos trenzados y en los términos fundamentalmente arenosos, existían canales con líneas de flujo sinuosas capaces de generar estructuras sedimentarias con una similitud importante a

las generadas por los ríos meandriformes. Por otro lado, la granulometría de los depósitos sugiere una paleopendiente deposicional algo más alta que la que pueda tener un río meandriforme en sentido estricto.

La paleocorriente principal de los depósitos canaliformes se dispone de forma aproximadamente paralela al eje de un pliegue monoclinial que se formó sincrónicamente a la deposición en este canal. Este pliegue es la respuesta superficial a la actuación en profundidad de un cabalgamiento ciego que generó un relieve local en cuyo pie se encajó el canal estudiado.

El comportamiento fundamentalmente agradante de estos depósitos, se explica por el aporte sedimentario excepcional que provendría de la denudación de este relieve local aproximadamente paralelo a la dirección principal del canal, además de por las características granulométricas del lecho por el que discurría, las cuales dificultaban la migración lateral de dicho canal respecto a la dirección principal del flujo.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con una Ayuda para Estudios Científicos de Temática Riojana concedida por el Instituto de Estudios Riojanos y por el Proyecto PB94-0908 de la DGICYT. Grup de Qualitat GRQ94-1048 de la Generalitat de Catalunya.

### Referencias

- Allen, J.R.L. (1965): *Sedimentology* 5, 163-198.
- Allen, J.R.L. (1970): *Physical processes of sedimentation*. Allen & Unwin (ed). 248 p.
- Casas, A.M. (1992): *Zubía*, monográfico nº 4, 220p.
- Casas, A.M. (1993): *Geodinamica Acta*, 6(3), 202-216
- Colombo, F. (1989): *Col. Nuevas Tendencias*, Vol. 11, 134-218. C.S.I.C. Madrid
- Guimerà, J.; Alonso, A. & Mas, J. (1995): *Geol. Soc. Spec. Publ.* nº 88, 433-453.
- Mas, J.R.; Alonso, A. y Guimerà, J. (1993): *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 6 (3-4), 129-144.
- Muñoz, A. (1992): *Ciencias de la Tierra* (15). Instituto de Estudios Riojanos, 347 p.
- Ramírez, J.I.; Olivé, A.; Álvaro, M. y Hernández, A. (1990): *MAGNA. Hoja nº 241 (Anguiano)*. ITGE. Madrid.
- Riba, O. (1955): *Notas y Comunicaciones del IGME*, 39, 39-50
- Schumm, S.A. (1977): *The Fluvial System*. John Wiley & Sons (ed.). 338p.
- Schumm, S.A. (1981): *SEPM Spec. Publ.* nº31, 19-29.