

# Depósitos aluviales en el margen suroeste de la Cordillera Costero Catalana: características sedimentarias

*Alluvial fan deposits in the SW margin of the Catalan Coastal Range: Sedimentary features*

Marc Gil Ortiz y Ferran Colombo Piñol

Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines. Fac. Geologia. Universitat de Barcelona C/Martí-i-Franquès s/n. E-08028 Barcelona. España  
amarquitus@gmail.com, colombo@ub.edu

## ABSTRACT

The alluvial fan system of Gandesa–Horta de Sant Joan (Tarragona) was closely connected to the tectonic activity in the active margins of the basin during the Palaeogene, especially in the Catalan Coastal Chain. In this way, alluvial fans prograded or retrograded depending on the thrusts movement of the Range. There is a clear structural control which determines the alluvial fan's expansion direction as well as the drainage direction of them inferred from distributary channels. The alluvial fan deposits are made up by materials sedimented by different kind of flows; this fact suggests some control factors in the source area.

**Key-words:** Alluvial-fan, Gandesa, Bot, Horta de Sant Joan, Oligocene.

## RESUMEN

El sistema aluvial de Gandesa–Horta de Sant Joan (Tarragona) estaba estrechamente conectado a la actividad tectónica en los márgenes activos de la cuenca durante el Paleógeno, especialmente en la Cordillera Costero Catalana. De este modo, los abanicos aluviales progradaban y/o retrogradaban en función del movimiento de los cabalgamientos de la Cordillera Costera Catalana. Hay un control estructural que determina el sentido de expansión de los abanicos aluviales, así como la dirección de drenaje de estos en forma de canales distributarios. Los depósitos aluviales están formados por materiales sedimentados por flujos distintos, hecho que hace pensar en algún factor de control en el área fuente.

**Palabras clave:** Abanico aluvial, Gandesa, Bot, Horta de Sant Joan, Oligoceno.

Geogaceta, 55 (2014), 31-34.  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 1 de julio de 2013  
Fecha de revisión: 22 de octubre de 2013  
Fecha de aceptación: 29 de noviembre de 2013

## Introducción y objetivos

Las cuencas de antepaís han sido históricamente estudiadas por distintos motivos: (1) el interés por el estudio de las relaciones entre el crecimiento de un orógeno y la sedimentación en sus vertientes, (2) la frecuente implicación de estas cuencas en la estructura de un orógeno (cuencas *piggy-back*), que las convierte en un magnífico modelo de aprendizaje con buenos afloramientos, (3) similitud de las estructuras aflorantes con prismas de acreción en *offshore*, que ayudan a entender los procesos de interacción entre tectónica, sedimentación y circulación de fluidos, y (4) interés de la industria petrolera por ser, en ocasiones, zonas con un elevado potencial de generación de hidrocarburos (Masclé y Puigdefàbregas, 1998).

El área de estudio (Fig. 1) se encuentra en el margen sureste de la Cuenca del Ebro,

comprendida entre las localidades de Gandesa y Horta de Sant Joan.

Las unidades litostratigráficas caracterizadas son equivalentes a: Grupo Scala Dei (Fm. Montsant, Fm. Margalef y Fm. Flix) (Colombo, 1980) y Unidades Superiores (Fm. Caspe y Fm. Fatarella) (Quirantes, 1969 y Colombo, 1980, respectivamente).

El presente trabajo tiene como objetivo principal la caracterización de los materiales sintectónicos de edad Eoceno Medio – Oligoceno Medio en la vertiente noroeste de la Cordillera Costero Catalana, desde Gandesa hasta Horta de Sant Joan, así como la determinación de los procesos que controlaron e hicieron posible su sedimentación.

## Contexto geológico

La Cuenca del Ebro, situada al noreste de la Península Ibérica, es la principal cuenca

desarrollada en la placa Ibérica durante el Cenozoico. Está limitada al norte por los Pirineos, al sureste por la Cordillera Costero Catalana (Catalánides) y al suroeste por la Cadena Ibérica. A partir del Eoceno Medio actuó como cuenca de antepaís de los Pirineos; al mismo tiempo que las escamas cabalgantes de la parte central y oriental de los Pirineos se iban desplazando, la actividad tectónica se extendía a lo largo de los márgenes meridionales de la cuenca, por lo tanto, las secuencias sedimentarias registradas en dichos márgenes están estrechamente ligadas a los últimos emplazamientos de estos mantos cabalgantes. Desde el Eoceno Superior hasta el Mioceno Superior, la Cuenca del Ebro fue una cuenca endorreica, colmatada básicamente por depósitos continentales, siendo los sistemas de abanicos aluviales los ambientes sedimentarios más comunes en los márgenes activos de la cuenca.

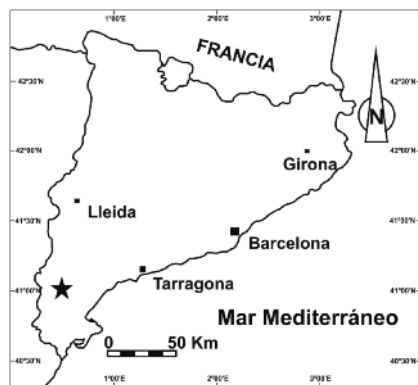


Fig. 1.- Situación geográfica de la zona de estudio.

Fig. 1.- Geographic location of the studied zone.

La zona de estudio se caracteriza por presentar depósitos sedimentarios con características propias de una sedimentación sintectónica, que fue sincrónica al levantamiento de la Cordillera Costera Catalana.

Las evidencias más claras de actividad tectónica en la zona son las discordancias progresivas, presentes a lo largo de toda la Sierra de Pàndols y de Cavalls. Estas espectaculares geometrías se desarrollan en la parte más proximal del sistema, concretamente sobre materiales conglomeráticos de edad eocena (hacia el NE) y oligocena (hacia el SO).

La generación de estas discordancias es sincrónica con el movimiento siniestro de la falla de Gandesa – Ulldemolins que ocasionó la formación del anticlinorio de Cavalls – Pàndols (Roca, 1992), así la sedimentación paleógena en el margen sur-occidental de la Cuenca del Ebro está influenciada y controlada por la evolución tectónica de la Cordillera Costero Catalana (Robles, 1982).

## Evolución tectosedimentaria y factores de control

La sedimentación en la Cuenca del Ebro estuvo controlada por diversos factores, pero probablemente fueron tres los que controlaron la sedimentación aluvial en la zona de estudio (Anadón *et al.*, 1989).

En primer lugar, la subsidencia de la cuenca. Durante el Eoceno Superior – Mioceno Inferior, estuvo regida esencialmente por la carga tectónica y sedimentaria desarrollada en los márgenes de los Pirineos, la Cadena Ibérica y la Cordillera Costero Catalana. Las tasas de sedimentación y subsidencia fueron más equilibradas en el interior

de la Cuenca del Ebro que en sus márgenes. Esto fue debido a la presencia de un sistema lacustre estable de grandes dimensiones que se localizaba en partes centrales de la cuenca.

En segundo lugar, el suministro sedimentario, controlado a su vez por dos factores principales, la evolución tectónica en el área fuente (márgenes de la cuenca), y las condiciones paleoclimáticas en dichas zonas. En relación a las condiciones paleoclimáticas, existen multitud de datos sedimentológicos y paleontológicos que evidencian que el régimen climático era de tipo árido a semiárido, desde el Eoceno Superior hasta el Mioceno Inferior (Anadón *et al.*, 1989). La evolución secuencial y las discordancias progresivas son las evidencias más claras de la influencia de la tectónica sobre la sedimentación, y permiten establecer algunas subdivisiones macro-secuenciales en el registro sedimentario. De este modo, los episodios de actividad e inactividad tectónica se correlacionan con distintas fases de progradación y/o retrogradación de los abanicos aluviales.

En tercer lugar, los cambios del nivel de base, debidos principalmente a los cambios hidrográficos y su influencia sobre el nivel de los lagos, especialmente si se considera que la Cuenca del Ebro era una cuenca endorreica y, por lo tanto, muy sensible a los cambios de aportes de agua.

## Procesos de transporte y sedimentación

Basados en la observación de campo, se asumen cambios laterales de facies en materiales sedimentados entre dos isócronas consecutivas representadas por estratos equivalentes en el espacio.

### Área de Horta de Sant Joan

La caracterización del abanico aluvial de Horta de Sant Joan, se ha llevado a cabo desde las facies más proximales (Fm. Montsant), situadas en la montaña de Santa Bàrbara, hasta facies más distales de este sistema en conexión con el sistema fluvial al cual estaba alimentando (Fm. Margalef y Fm. Flix), situado hacia el NO.

Los materiales que constituyen la parte más proximal de este abanico aluvial están formados por conglomerados masivos, con una fábrica alternante de soporte de clastos y de matriz (dependiendo del episodio observado), y una mala selección granulométrica.

Cabe resaltar que la mayoría de los clastos observados, independientemente de su litología, están muy redondeados. Este hecho sugiere que la mayoría de los bloques, cantos y granos que constituyen estos conglomerados son de segunda generación, con signos evidentes de retrabajamiento. Otro hecho que evidencia los procesos de retrabajamiento es la proximidad del área fuente y la presencia de un sistema aluvial en la zona, anterior al estudiado (Colombo, 1994).

Algunos niveles lutíticos separan cuerpos o estratos más conglomeráticos que corresponderían al depósito de materiales finos a partir de un fluido altamente denso y viscoso de tipo *debris flow*. El flujo que sedimentó esta unidad se caracterizaba por tener una gran capacidad de transporte y presentaba unas condiciones hidráulicas de alta energía pero corta duración. Este es el comportamiento típico de un flujo canalizado que acaba de perder el confinamiento y sufre un resalto hidráulico.

Por otro lado, en una posición intermedia entre la cabecera y el pie de este abanico aluvial, afloran areniscas de grano grueso con estratificación cruzada de bajo ángulo. Las arenas fueron sedimentadas en un régimen de alta energía y transportadas por un flujo altamente denso y turbulento, probablemente de corta duración.

En la parte más distal de este sistema deposicional se localiza un sistema fluvial de alta energía, alimentado por los aportes aluviales citados anteriormente. Los canales se van encajando, uno sobre otro, erosionando parcialmente el anterior, en un sistema fluvial no sinuoso que va acrecionando (Fig. 2). Los materiales observados en esta posición se disponen formando estratos canaliformes de areniscas de granulometría gruesa – media con estratificación y laminación cruzada.

Los flujos que transportaban estas arenas eran altamente densos y turbulentos, con una gran capacidad erosiva debido a su alta energía. Las estructuras sedimentarias observadas, indican un sentido aproximado del flujo hacia el NO.

### Área de Bot

De nuevo, el estudio del abanico aluvial de Bot, se ha realizado desde las partes más proximales, a pie de las montañas de "la Falconera" y "l'Agulla de Bot", hasta facies más distales observadas en la antigua estación de tren de esta localidad.



**Fig. 2.- Canales incididos de geometría rectilínea en la zona de Horta de Sant Joan. Persona de escala en la parte superior-derecha de la imagen.**

*Fig. 2.- Incised channels with a rectilinear geometry in the Horta de Sant Joan zone. Person making of scale showed in the upper-right side of the picture.*

En referencia a las facies más proximales del sistema (Fm. Montsant), son de características muy parecidas a las observadas en el abanico aluvial de Horta de Sant Joan. Nuevamente, conglomerados heterométricos (0.5 m de diámetro, el bloque más grande) muy masivos, con una fábrica desigual y presencia de algunos clastos blandos. La morfología de los componentes es muy redondeada, hecho que denota un retrabajamiento e indica que son de segunda generación.

Por lo tanto, se trataría igualmente de un flujo extremadamente denso capaz de transportar gran cantidad de materia de forma rápida y eficaz en muy poco tiempo; flujo de tipo *debris flow*.

En esta zona también se puede observar el cambio lateral de facies, de materiales más gruesos a más finos desde partes proximales a distales (Fm. Margalef), en dirección S – N. Este cambio de facies queda evidenciado por una interdigitación, donde resaltan las capas conglomeráticas entre las areniscosas.

En esta zona donde se produce el cambio lateral de facies, los materiales más finos (areniscas) cada vez son más abundantes, ganando terreno de este modo a los depósitos con facies más proximales (conglomerados) para los episodios sedimentarios más recientes.

En las areniscas, destaca la presencia de pequeños cuerpos lenticulares rellenos de conglomerados, interpretados como pequeños canales en un medio aluvial distal. El sentido del flujo medido en estos cuerpos es hacia el N.

Finalmente, en las partes más distales del sistema, hay una tendencia clara a la disminución granulométrica, siendo arenas fi-

nas y limos los componentes principales de estos depósitos. Se podrían definir como capas lutíticas alternando con delgados niveles de areniscas correspondientes a un medio de llanura fluvial (Fm. Flix).

#### *Área de Gandesa*

Teniendo en cuenta que los depósitos aluviales proximales han sido erosionados en el área de Gandesa, la caracterización del “abanico aluvial del Puig Cavaller”, próximo a la localidad de Gandesa, se ha llevado a cabo a partir de afloramientos con facies correspondientes a una posición intermedia del sistema aluvial, hasta las facies más distales (Unidades Superiores) observadas en “el Coll del Moro”.

Los primeros materiales en ser caracterizados han sido unos depósitos de areniscas con estratificación cruzada, con intercalación de estratos lenticulares de conglomerados. Probablemente, las areniscas correspondan a facies distales del abanico aluvial, sobre el cual se iban encajando canales distributarios que drenaban y evacuaban el flujo en épocas de avenidas.

El sentido de la corriente medida en estos canales es hacia el N. No obstante, dentro de las capas de areniscas, aparentemente uniformes, aparecen cantos y bloques dispersos flotando en la matriz. Cabe pensar, que el flujo a partir del que sedimentaron estos materiales tenía la energía suficiente para transportar esa heterogeneidad granulométrica, pero a su vez, un régimen lo suficientemente moderado como para preservar las estratificaciones y laminaciones cruzadas. Este flujo no podía ser un flujo fluidal Newtoniano, pero tampoco un flujo plástico como el que da lugar a un *debris flow*, sino que debía ser un flujo de comportamiento intermedio entre estos dos últimos,

probablemente un flujo fluidificado o licuefactado.

Por otro lado se pueden identificar algunas capas de espesor centimétrico a decimétrico que presentan una secuencia negativa o granocreciente. Esta disposición se correspondería a una gradación del tipo *traction carpet*, que implicaría un régimen hidráulico de alta energía y corta duración.

En cuanto a los afloramientos del “Coll del Moro”, están formados por capas lenticulares de arenisca de granulometría media correspondientes a paleocanales. Estas facies intercalan capas subhorizontales de composición carbonatada. Este hecho podría indicar que este punto está registrando el límite entre dos ambientes sedimentarios, en este caso un fluvial con un margen lacustre, correspondiente a las formaciones constituyentes de las Unidades Superiores, Fm. Caspe y Fm. Calizas de la Fatarella. Los canales observados en este afloramiento demuestran migración lateral. El marco sedimentológico de estos depósitos se situaría en un ambiente de abanico distal con una pendiente deposicional de muy bajo ángulo donde se desarrolla un sistema fluvial meandriforme en la proximidad de un lago.

## **Discusión y conclusiones**

Los resultados de este trabajo han permitido obtener información sobre la dinámica de los abanicos aluviales de Gandesa, Bot y Horta de Sant Joan. Desde el punto de vista sedimentológico, se pueden definir un mínimo de dos tipos de abanicos distintos de acuerdo con las facies y las paleocorrientes de los sistemas fluviales que drenaban cada uno de ellos.

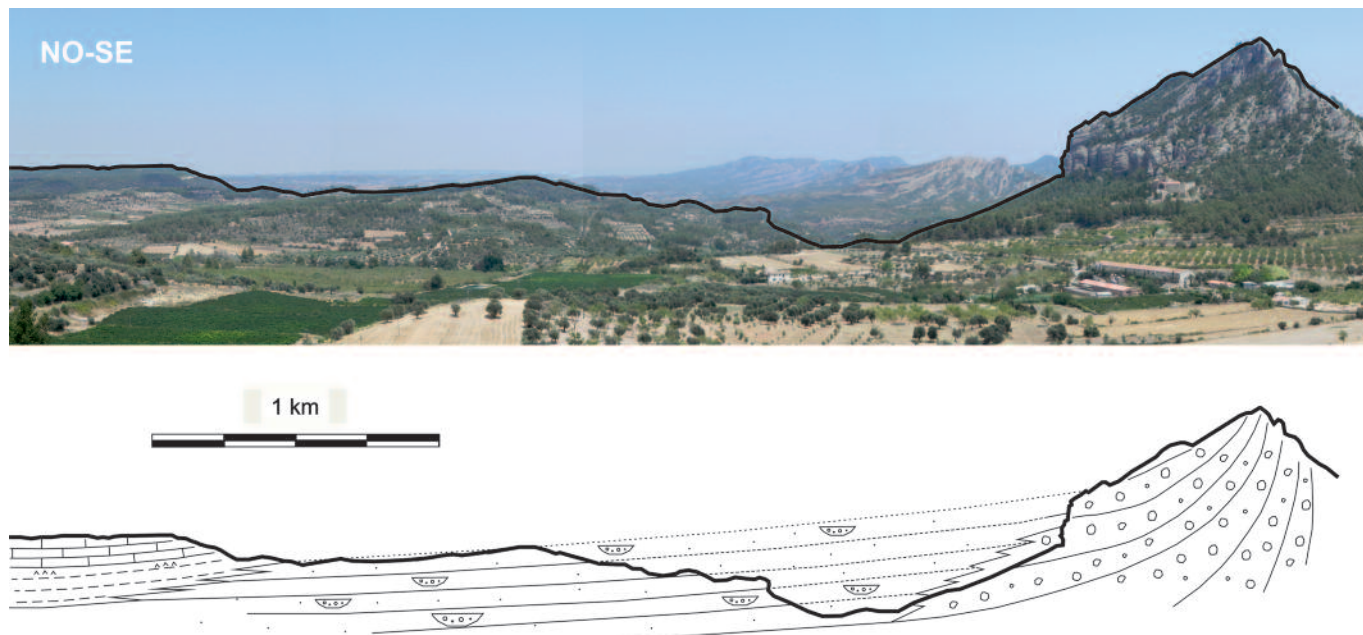


Fig. 3.- Corte sintético desde la “Serra dels Pessells” (NO) hasta la montaña de Sta. Bàrbara (SE), correspondiente a una vista de paisaje realizada desde Horta de Sant Joan. Algunas observaciones hechas en otros afloramientos han sido incorporadas al corte.

Fig. 3.- Synthetic cross-section from “Serra dels Pessells” (NW) to Sta. Bàrbara mountain (SE), corresponding with a landmark sight from Horta de Sant Joan. Some observations done in other outcrops have been added to this cross-section.

Teniendo en cuenta que la dirección de las paleocorrientes está focalizada en los abanicos aluviales, se puede afirmar que, a grandes rasgos, el abanico más meridional (Horta de Sant Joan) progradaba en sentido NO, mientras que los abanicos de Bot y Gandesa lo hacían en sentido N para los estadios más recientes. Esta variación en el sentido de progradación de los abanicos aluviales, probablemente fue debida al crecimiento del pliegue de Cavalls – Pàndols, que reorientó la dinámica del sistema deposicional de esta zona, variando el sentido de las paleocorrientes de NO (estadios más antiguos) a N (estadios más recientes).

Por otro lado, se confirma que los depósitos aluviales próximos a la Cordillera están condicionados y estrechamente ligados a la actividad tectónica en el margen de la cuenca, hecho que queda bien representado en forma de discordancias progresivas (Anadón *et al.*, 1989).

Otra prueba de que el sistema sedimentario estaba controlado por la tectónica, es la acreción vertical de canales, que responden a distintos impulsos tectónicos que hacían aumentar la pendiente deposicional y con ella la energía del sistema.

Los cambios laterales de facies son indicadores de una retrogradación de los abanicos aluviales en su estadio final de actividad (Fig. 3), donde los ríos se iban encajando encima de éstos, cuando la actividad tectónica cesaba, tal y como eviden-

cia el aumento de materiales areniscosos sobre materiales conglomeráticos, cerca de la localidad de Bot.

Finalmente, se ha observado que la dinámica deposicional no respondía a un solo tipo de flujo de transporte. Los depósitos sedimentarios están constituidos por episodios de distinta naturaleza. Estos cambios en el comportamiento del flujo podrían estar controlados, además, por factores climáticos en el área fuente, a pesar de que todavía no hay pruebas definitivas sobre este hecho.

En cuanto a la reconstrucción paleogeográfica de la zona, quedaría enmarcada en un ambiente semiárido de barrizales (*mud-flat* continental), alimentadas por unos abanicos aluviales procedentes de la Cordillera y que acababan desembocando en un medio lacustre hacia el centro de la cuenca.

### Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado por una beca de colaboración con el Departamento de Estratigrafía, Paleontología y Geociències marines de la Universitat de Barcelona (2011-2012 y apoyado por el “Grup de Qualitat 2009-SGR-1198 de la Secretaria d’Unitats i Recerca del Departament d’Economia i Coneixement de la Generalitat de Catalunya”.

Se agradece a Marc Serramià Salmerón (Universitat de Barcelona) por su ayuda y opinión en el campo, que han contribuido a

la interpretación final dada en este proyecto.

Agradecemos las correcciones y sugerencias de dos revisores anónimos, así como de los editores de Geogaceta que han ayudado a la mejora sustancial de este manuscrito.

### Referencias

Anadón, P., Cabrera, Ll., Colldeforns, B., Colombo, F., Cuevas, J.L. y Marzo, M. (1989). Excursion Guidebook. 4th International Conference on Fluvial Sedimentology. Publicacions del Servei Geològic de Catalunya, 91 p.

Colombo, F. (1980). *Estratigrafía y sedimentología del Terciario Inferior continental de los Catalánides*. Tesis Doctoral, Univ. de Barcelona, 609 p.

Colombo, F. (1994). *Geology* 22, 235-238.

Masclé, A. y Puigdefàbregas, C. (1998). En: *Cenozoic Foreland Basins of Western Europe* (A. Masclé, C. Puigdefàbregas, H.P. Luterbacher, y M. Fernández, Eds.). Geological Society Special Publication 138, 1-28.

Quirantes, J. 1969. *Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario Continental de los Monegros*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 101 p.

Robles, S. (1982). *Acta Geológica Hispánica* 17(4), 255-269.

Roca, E. (1992). *L’estructura de la conca catalano-balear: paper de la compressió i de la distensió en la seva gènesi*. Tesis Doctoral, Univ. de Barcelona, 330 p.