

# Fases iniciales del desarrollo de un borde de cuenca de tipo *rift*: estudio de un sector al SW de la Cordillera Ibérica

*Initial phases of development of a rift basin edge: study of a SW Iberian Range sector*

Danann Pacheco-Rudz<sup>1</sup> y José López-Gómez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Estratigrafía, Facultad de Geología, UCM. C/ José Antonio Nováis 12, 28040 Madrid, España. danannbp@ucm.es

<sup>2</sup> Instituto de Geociencias (CSIC, UCM). Facultad de Geología. C/ José Antonio Nováis 12, 28040 Madrid, España. jlopez@ucm.es

## ABSTRACT

The development of the extensional edge of the Iberian Basin during its first evolutionary stages (Permian rift) is studied by means of the analysis of a sector of the Serranía de Cuenca master fault around Boniches area, SW Iberian Ranges. The evolution of this border in the study area is characterized by the development of six tectonic pulses related to five arcuated normal faults that join northward. The movement and vertical displacement of these faults generated spaces in which two depositional sequences were deposited on the Paleozoic basement with an onlap disposition. The faults formed blocks that progressively increased their size from 260 m to 1250 m width, allowing a southwestward basin enlargement of about 1 km every 1 m.a. This enlargement also allowed a change in the fluvial systems styles and their palaeocurrents. These systems adapted their rivers to the preexisting block palaeoreliefs and to the dip of their surfaces developing the asymmetrical distribution of sediments.

**Key-words:** Extensional basin border, Iberian Basin, tectonic-sedimentation relationships, rift, Iberian Ranges.

## RESUMEN

Se estudia el desarrollo del borde extensional de la Cuenca Ibérica durante sus primeras etapas de evolución (rift Pérmico) mediante el análisis de un sector de la falla maestra de la Serranía de Cuenca en el área de Boniches, SO de la Cordillera Ibérica. La evolución de dicho borde, en la zona de estudio, se caracteriza mediante el desarrollo de seis pulsos tectónicos que generaron cinco fallas normales con forma de arco que convergen hacia el N. El movimiento y salto progresivo de cada una de estas fallas generó espacios en los que se acumularon dos secuencias deposicionales cuyos sedimentos se disponen en onlap sobre el basamento paleozoico. Dichas fallas formaron bloques progresivamente mayores, oscilando entre 260 m y 1.250 m de ancho y, produjeron un ensanchamiento en la cuenca hacia el SO de aproximadamente 1 km cada 1 m.a. El ensanchamiento conllevó un cambio en los estilos fluviales y en las direcciones de paleocorrientes. Estos sistemas se adaptaron a los paleorelieves existentes en los bloques y a la inclinación de los mismos, provocando encajamientos y la distribución asimétrica de los sedimentos sobre aquellos.

**Palabras clave:** Borde de cuenca extensional, Cuenca Ibérica, relaciones tectónica-sedimentación, rift, Cordillera Ibérica.

Geogaceta, 57 (2015), 19-22.  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 30 de junio de 2014  
Fecha de revisión: 22 de octubre de 2014  
Fecha de aceptación: 28 de noviembre de 2014

## Introducción

Las unidades del Pérmico en la Cordillera Ibérica muestran un registro sedimentario de tipo continental. Este registro se acumuló en una cuenca de tipo *rift* que se desarrolló mediante diferentes pulsos tectónicos (De la Horra *et al.*, 2012). El objetivo de este estudio es mostrar la evolución en detalle de un sector del borde de dicha cuenca, localizado en el SO de las Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Fig. 1) y su relación con la sedimentación durante ese período.

## Contexto geológico

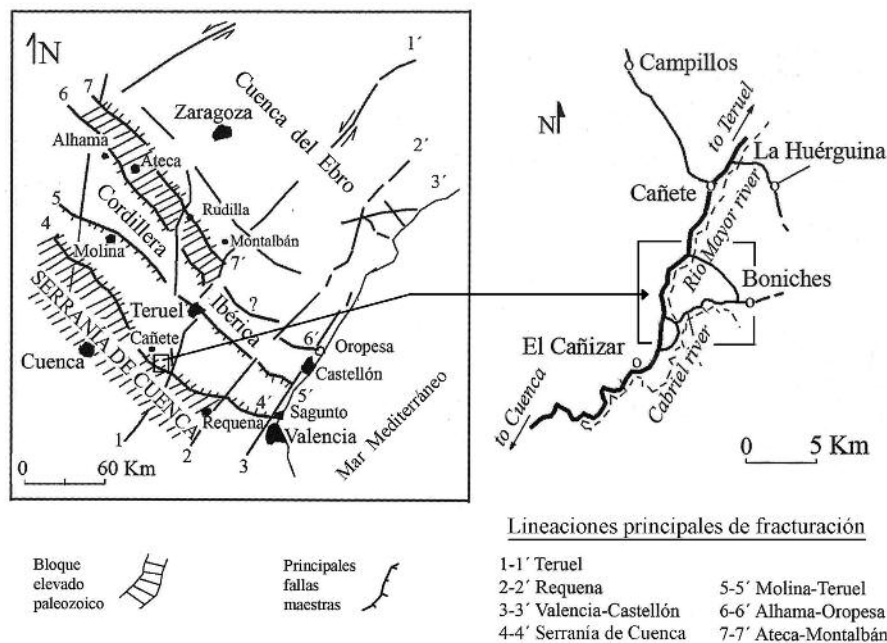
El registro sedimentario pérmico en el sector estudiado muestra dos secuencias

deposicionales en las primeras fases de evolución de la cuenca de *rift* (Van Wees *et al.*, 1998; Vargas *et al.*, 2009) (Fig. 2).

La primera de estas secuencias corresponde a la Fm. Tabarreña, de edad Cisuraliense (Pérmico Inferior), representada por cuerpos aislados de brechas rojas con potencia máxima de 30 m e interpretada como depósitos de *debris flow* (Arche y López-Gómez, 2005).

La segunda secuencia está representada por las Fms. Boniches y Alcotas y se dispone discordante sobre la anterior (López-Gómez y Arche, 1993). La Fm. Boniches, de edad Guadalupiense (Pérmico Medio), se divide en tres subunidades (Arche y López-Gómez, 2005) (Figs. 2 y 3): una subunidad inferior (Bo1) compuesta por conglomerados clasto-

soportados en secuencias granodecipientes decimétricas a métricas, con una potencia máxima de 19 m y orientación de paleocorrientes E-NE, e interpretada como depósitos de sistemas *braided* de gravas ligados a abanicos aluviales. Una subunidad intermedia (Bo2), de conglomerados con matriz arenosa que alcanza una potencia de 40 m, muestra secuencias granodecipientes decimétricas e interpretada como sistemas fluviales *braided* de arenas. La tercera subunidad (Bo3), de 31 m de potencia, está constituida por conglomerados y areniscas que forman secuencias granodecipientes decimétricas, muestran unas paleocorrientes que han cambiado a un sentido SE, y se interpreta como relleno de canales tipo *braided* mixto de arenas y gravas.



**Fig. 1.- A) Marco tectónico del área de estudio donde se observa la lineación de las fracturas principales que componen la Cuenca Ibérica (modificado de Vargas *et al.*, 2009) y B) Situación geográfica de la zona.**

*Fig. 1.- A) Tectonic setting of the study area where the lineation major fractures that make up the Iberian Basin (modified from Vargas et al observed., 2009) and B) Location of the area.*

La Fm. Alcotas (Pérmico Medio-Superior), está constituida por lutitas con intercalaciones de areniscas y esporádicamente de conglomerados, llegando a alcanzar 170 m de potencia. Se divide en tres subunidades (De la Horra *et al.*, 2012) (Fig. 2). La subunidad inferior (AI1), representada por lutitas masivas con intercalaciones de cuerpos arenosos y en menor medida conglomeráticos, es interpretada como llanuras aluviales surcadas por sistemas fluviales de tipo *braided* de arenas, o mixtos de arenas y conglomerados. La subunidad media (AI2), está constituida por paquetes de lutitas con intercalaciones de areniscas y frecuente desarrollo de suelos, muestra paleocorrientes con sentido SE y se interpreta como llanuras aluviales surcadas por sistemas fluviales de tipo *braided* de arenas con importantes interrupciones en la sedimentación. La subunidad superior (AI3) muestra un incremento del contenido en lutitas respecto al de areniscas y ausencia de paleosuelos, direcciones de paleocorrientes hacia el SE, y es interpretada como depósitos de extensas llanuras de inundación surcadas por pequeños sistemas fluviales de tipo *braided* de arenas.

**Metodología**

En el presente trabajo se ha realizado una interpretación sedimentaria general

para cada formación en relación con la tectónica. Para ello se realizó un análisis sedimentario en campo basándose en la bibliografía existente y se diferenciaron las fracturas principales mediante una cartografía sobre el terreno apoyada en foto aérea. Esta segunda parte ha sido completada con un análisis en gabinete mediante la interpretación de imágenes satelitales y ortofotos de la zona utilizando el programa ArcGIS. Mediante este programa se ha podido establecer el salto de cada falla seleccionada y las dimensiones de los diferentes bloques tectónicos producidos tras dichos saltos.

**Marco tecto-sedimentario**

En los primeros estadios de evolución de la Cuenca Ibérica, durante el Pérmico, se produjeron dos etapas tectónicas principales de tipo extensivo subdivididas en siete pulsos, en los cuales pueden diferenciarse depósitos de *sinrift* y *postrift* (Vargas *et al.*, 2009) (Fig. 2). Dichos pulsos provocaron el depósito de las dos secuencias deposicionales anteriormente descritas: a) Fm. Tabarreña, Pérmico Inferior, y b) Fm. Boniches y Fm. Alcotas, Pérmico Medio - Superior (Figs. 2 y 3). A su vez, los pulsos se relacionan con la creación y desarrollo de 6 fallas arqueadas de tipo lístrico en torno a la lineación principal del borde de cuenca, o falla maestra de la Serranía de Cuenca (Fig. 4). De

estas 6 fallas, 5 afloran en el área estudiada y controlaron la sedimentación de las unidades arriba expuestas.

La primera etapa deposicional generó una "protocuenca" asimétrica de escasos cientos de metros de extensión lateral, y se produce en relación con una falla que presenta una componente de desgarre importante, mientras que la segunda etapa, se inicia con la formación de un *semigraben* (con los depósitos de la Fm. Boniches) que evoluciona hacia un *graben* de geometría simétrica (con los depósitos de la Fm. Alcotas) (De la Horra *et al.*, 2012). Ambas etapas están separadas por una discordancia e interrupción en la sedimentación que representa unos 10 m.a. (Van Wees *et al.*, 1998).

**Resultados y discusión**

Las observaciones realizadas permiten mostrar en detalle la evolución local de la falla maestra de la Serranía de Cuenca durante el Pérmico a través de los diferentes pulsos tectónicos y la evolución de las 5 fallas anteriormente citadas. Estas fallas se despliegan en abanico formando parte de la falla maestra en este sector, y tienden a converger hacia el N reduciendo el espacio de sedimentación que queda entre ellas (Fig. 4). Esta evolución se muestra de la siguiente manera (Figs. 2, 4 y 5):

a) Un primer pulso tectónico (I) desarrolla una falla (F1) que genera un espa-

		Edad (Ma)	Formación	Sub- Unidad	Pulso	Falla	
Pérmico	Superior	254.2	Lopingean	Wuchiap. Cha			
	Medio	259.8	Guadalupense	Capitaniense	AI3	VII	F6
					AI2	VI	F5
					AI1	V	F4
Inferior	268.8	Cisuraliense	Kunguriense	Bo3	IV	F3	
				Bo2	III	F2	
				Bo1	II	F1	
			Tabarreña	Ta	I	F1	

**Fig. 2.- Cuadro de relaciones entre las subunidades locales, los pulsos tectónicos y las principales fallas.**

*Fig. 2.- Table of relationships between local subunits, tectonic pulses and main faults.*



**Fig. 3.- Imagen panorámica donde se observa la distribución en *onlap* de las unidades estudiadas y subdivisión de las mismas.**

*Fig. 3.- Panoramic picture where the studied and their subunits are observed in onlap disposition.*

cio o "protocuenca" de escasa extensión lateral y movimiento de desgarre en la que se deposita la Fm. Tabarreña. Este pulso coincide con la primera etapa tectónica.

b) En un segundo pulso (II) y tras una interrupción prolongada de la sedimentación, la misma fractura F1 genera un salto vertical que da paso, mediante discordancia, a los primeros depósitos (Bo1) de la Fm. Boniches.

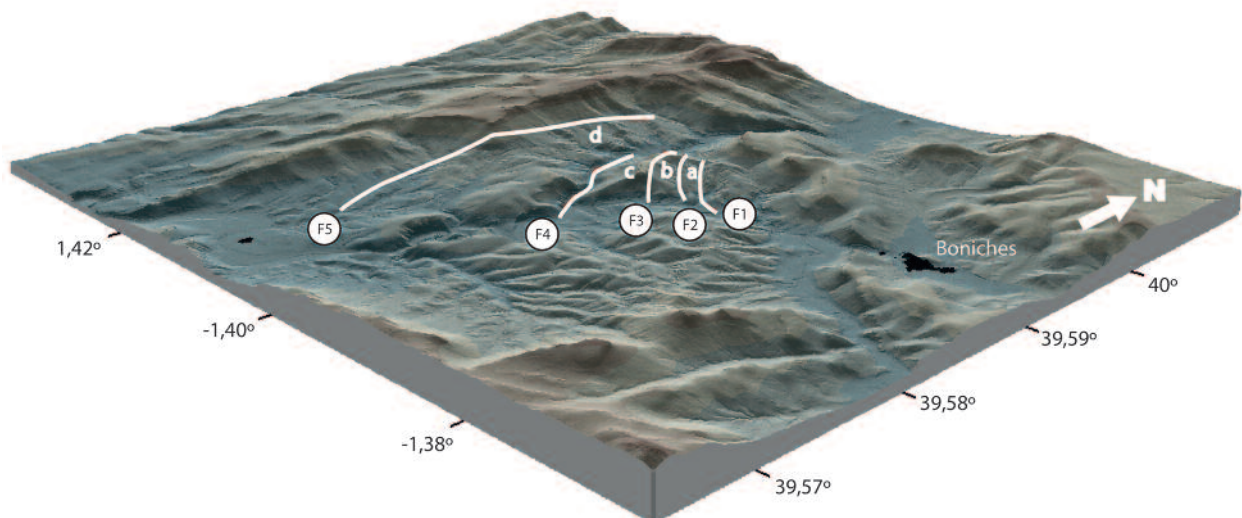
c) Los pulsos siguientes (III y IV) generan dos nuevas fallas (F2 y F3) que permiten el desarrollo de las siguientes subunidades aluviales Bo2 y Bo3 de la Fm. Boniches mediante el ensanchamiento de la cuenca hacia el O.

d) Los dos últimos pulsos estudiados (V y VI) generan un ensanchamiento mayor que los anteriores mediante el desarrollo de dos nuevas fallas (F4 y F5) que permiten la sedimentación de la Fm. Alcotas (Al1 y Al2). Esta nueva etapa está marcada por el desarrollo de sistemas fluviales en dirección paralela al eje de la cuenca, y con un menor control, del borde de aquella sobre los sedimentos. Al mismo tiempo, la sedimentación de dichos sistemas fluviales pasa a poseer cada vez un carácter más lutítico y arenoso.

Una nueva propagación hacia el O de la cuenca, fuera ya de la zona de estudio, marcaría su máxima extensión durante el

Pérmico (Pulso VII, F6. Fig. 2), configuración con la que se llegaría al comienzo del Mesozoico tras una nueva e importante interrupción en la sedimentación.

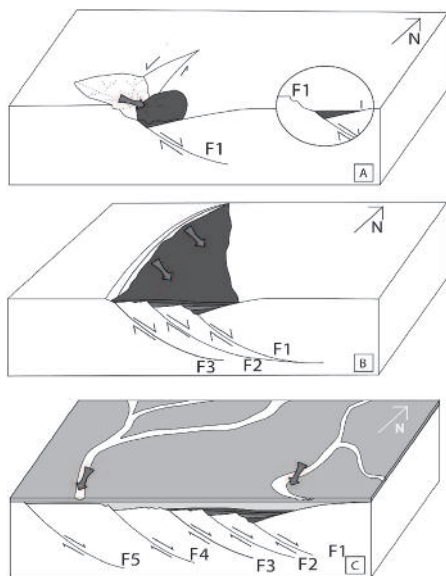
La generación progresiva de espacio en la cuenca mediante el sucesivo desplazamiento hacia el O de las diferentes fallas descritas genera, mediante pulsos, un espacio disponible para la sedimentación en el que los sedimentos se solapan progresivamente sobre el borde pasivo de la cuenca, haciendo que las unidades sedimentarias, cada vez más jóvenes, se dispongan alcanzando zonas más lejanas hacia el O (Fig. 3) según se desarrollan las fallas en el borde de la cuenca. El espacio generado entre las fallas tras cada movimiento de éstas, es cada vez mayor y proporcional a su salto. Así, se ha observado un aumento progresivo en la anchura de los bloques de 260, 300, 650 y 1.250 m (Fig. 4) desde F1 a F5 respectivamente; de modo que durante el desarrollo de la segunda secuencia deposicional, de unos 2 m.a. de duración, se produjo un ensanchamiento aproximado de 2.200 m en este borde de la cuenca. Cada nuevo movimiento de una falla (Fig. 6) dejaba parcialmente expuesta la superficie de erosión de etapas previas, registrando el encajamiento y actividad erosiva de los sistemas fluviales que circularon sobre dicho bloque una vez que éste se estaba hundiendo. En este sentido, es importante destacar que el proceso de ocupación de cada bloque por los sistemas fluviales se adapta a la morfología basculada de éstos, mostrando un patrón de relleno asimétrico, muy similar al descrito por Leeder (1993) (Fig. 6).



**Fig. 4.- Bloque diagrama 3D donde se observan las principales fallas de la zona (F1-F5). Los respectivos bloques creados muestran las siguientes dimensiones: a) 260m, b) 300m ,c) 650m y d)1250m.**

*Fig. 4.- 3D block diagram showing the major faults in the area (F1-F5). The new created blocks show the following sizes: a) 260m, b) 300m, c) 650m and d) 1250m.*



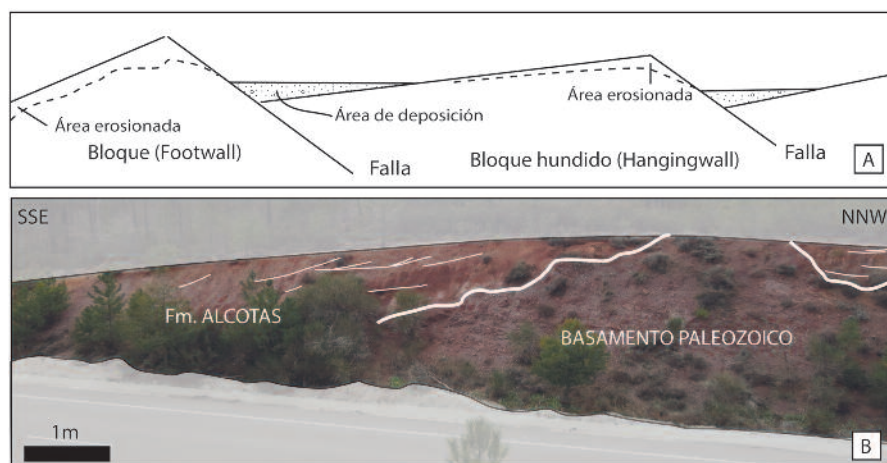


**Fig. 5.- Bloques diagrama donde se representa la sedimentación de las formaciones Tabarreña, Boniches y Alcotas en función del movimiento de las fallas descritas.**

*Fig. 5.- Block diagram showing the sedimentation of Tabarreña, Boniches and Alcotas formations and their relationship with the faults movement.*

**Conclusiones**

Se describe, en un ámbito local, el comportamiento en detalle de las primeras fases de desarrollo de la falla maestra de la Serranía de Cuenca durante el Pérmico. Las conclusiones son las siguientes: a) la actividad de dicha falla maestra en la zona de estudio se manifiesta mediante el desarrollo de cinco fallas normales menores con sedimentación sintectónica asociada, que evidencia hasta seis pulsos tectónicos principales. b) Estas fallas muestran una orientación que las hace converger hacia el norte y separarse en abanico hacia el SE. c) La disposición en *onlap* sobre el basamento de las unidades de origen continental estudiadas y su geometría confirma el carácter extensional de la cuenca. Este carácter se ve reflejado también en los cambios del estilo fluvial y en la madurez de los sedimentos a medida que se sube en la serie. d)



**Fig. 6.- A) Esquema donde se muestra la relación de la sedimentación con los bloques hundidos en un borde de cuenca extensional (basado en Leeder, 1993), y B) encajamiento en el bloque hundido del sistema fluvial de la subunidad Al2.**

*Fig. 6.- A) Sketch showing the relationship between sedimentation and downed blocks in an extensional basin (based on Leeder, 1993), and B) sediments of Al2 subunit adapted to the preexisting relief of the block.*

La fracturación continua del borde de cuenca provoca el ensanchamiento cada vez mayor de ésta hacia el O. Así, los bloques hundidos en la zona de estudio tienen una anchura que oscila desde entre los 260 m del bloque relacionado con la falla más antigua (F1) a los 1.250 m del más moderno (F5), generando una extensión total aproximada de 1 km por cada 1 m.a. e) Las irregularidades morfológicas de los bloques generados condicionan localmente el encajamiento de los sistemas fluviales que los ocupan.

**Agradecimientos**

Este artículo se basa en el Trabajo Final de Máster realizado para la especialización en Cuenas Sedimentarias y Recursos Energéticos, pertenecientes al Máster de Geología Ambiental y Recursos Geológicos de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Ha sido financiado con el proyecto CGL2011-24408, que desarrollan el Grupo de investigación del CSIC: Sistemas Sedimentarios y Variabilidad Climática (642853), y los Grupos de la UCM: Análisis de Cuenas (910429) y Paleoclimas

(910198). Los autores agradecen el apoyo Departamento de Estratigrafía de la Facultad de Ciencias Geológicas (UCM), a Valle López por su colaboración en el tratamiento de las imágenes digitales, y a J. Martín Chivelet por facilitar el desarrollo de este trabajo.

**Referencias**

Arche, A. y López-Gómez, J. (2005). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 229, 104-126.  
 De la Horra, R., Galán-Abellán, A.B., López-Gómez, J., Sheldon, N.D., Barrenechea, J.F., Luque, F.J. y Benito, M.I. (2012). *Global and Planetary Change* 94, 46-61.  
 Leeder, M.R. (1993). *Geological Society, London, Special Publications* 73, 7-22.  
 López-Gómez, J. y Arche, A. (1993). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 103, 179-201.  
 Van Wees, J.D., Arche, A., Beijdorff, C.G., López-Gómez, J. y Cloetingh, S.A. (1998). *Tectonophysics* 300, 285-310.  
 Vargas, H., Gaspar-Escribano, J.M., López-Gómez, J., Van Wees, J.D., Cloetingh, S., de la Horra, R. y Arche, A. (2009). *Tectonophysics* 474, 160-183.