

# Evidencias de actividad tectónica cuaternaria en el occidente de la Zona Cantábrica (Puertos de Marabio, Manto de la Sobia)

*Evidence for Quaternary tectonic activity in the western Cantabrian Zone (Passes of Marabio, Sobia nappe)*

Francisco José Fernández, Juan Luis Alonso y Luis Pando

Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. C/Jesús Arias de Velasco s/n, 33005 Oviedo, España.  
fjfernandez@uniovi.es; jlalonso@geol.uniovi.es; lpando@geol.uniovi.es

## ABSTRACT

A reverse fault superposes Carboniferous limestones onto recent cemented scree in the western slope of the Sobia Range (Asturias). The fault is parallel to the bedding and shows slickenlines in both limestone and cemented scree walls. The net slip is up to 6 m. The fault surface is cut by other two sets of transverse faults, which as a whole fit well with a N-S shortening.

**Key-words:** Quaternary tectonic, Cantabrian Arc, Cantabrian Zone.

## RESUMEN

En la vertiente occidental de la Sierra de la Sobia (Asturias) aparece una falla inversa que coloca calizas carboníferas sobre derrubios recientes de ladera cementados. La falla es paralela a la estratificación de las calizas y lleva asociado un buen desarrollo de estrías, las cuales están impresas tanto sobre la caliza como sobre los derrubios. El desplazamiento de la falla es de unos 6 m y se encuentra cortada por otros dos juegos de fallas que implican acortamiento N-S.

**Palabras clave:** tectónica cuaternaria, Arco Cantábrico, Zona Cantábrica.

Geogaceta, 64 (2018), 3-6  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Recepción: 10 de noviembre de 2017  
Revisión: 4 de abril de 2018  
Aceptación: 25 de abril de 2018

## Introducción

El relieve de la Cordillera Cantábrica ha sido interpretado como una consecuencia de la inversión del margen septentrional de la placa Ibérica durante la orogenia alpina. La deformación alpina ha sido acomodada a gran escala por un cabalgamiento de dirección E-O y con transporte tectónico dirigido hacia el S, en un frente situado en el borde N de la Cuenca del Duero, en donde dio lugar a un pliegue de propagación de falla (Alonso *et al.*, 1996). Asimismo, la deformación alpina ha producido la inversión de fallas normales mesozoicas de orientación E-O en la lámina cabalgante, como por ejemplo, la falla de Llanera. Además la deformación interna de este bloque fue mayormente acomodada con el reapretamiento de algunos pliegues variscos mediante la reactivación de algunos cabalgamientos por deslizamiento flexural (Pulgar *et al.*, 1999). Durante esta deformación, algunas fallas

de tipo *short cut* relacionadas con grandes estructuras variscas, como es la Falla de León, llegan a cobijar sucesiones cretácicas (Alonso *et al.*, 2007). En este contexto tectónico, el Arco Cantábrico también se ha podido reapretar durante la deformación alpina (Fig. 1). El perfil de sísmica de reflexión marino ESCI-N4 muestra depósitos atribuidos al Oligoceno tardío discordantes sobre la estructura del basamento (Álvarez-Marrón *et al.*, 1995), que indican el cese de la deformación principal en el margen septentrional de la Cordillera Cantábrica. La edad de exhumación e inicio de la formación del relieve actual ha sido establecida como Alpina mediante edades de traza de fisión en apatitos y de (U-Th)/He en circones (AFT y ZHe, respectivamente; Fillon *et al.*, 2016).

Otros datos apuntan hacia una reactivación del levantamiento del relieve en el Pleistoceno (Álvarez-Marrón *et al.*, 2008), así como hacia una moderada actividad sísmica

(López-Fernández, 2007). Todo ello sugiere una actividad tectónica cuaternaria relacionada con la inversión del borde septentrional de la placa Ibérica. No obstante, la identificación de estructuras de deformación cuaternarias en la Cordillera Cantábrica es muy difícil porque dominan los afloramientos de basamento paleozoico estructurado durante la orogenia Varisca, posteriormente reactivado en la Alpina. Únicamente han sido descritas fallas inversas de desplazamiento métrico en la rasa situada al S de Cabo Vidio, de posible edad pleistocena (Gutiérrez-Claverol *et al.*, 2006). Además, las avalanchas rocosas en la Sierra de la Sobia sobre la traza principal de la Falla de León (Menéndez-Duarte y Fernández, 2014) y avalanchas submarinas sobre la Falla de Ventaniella en su prolongación bajo el Mar Cantábrico (Fernández-Viejo *et al.*, 2014), han sido también interpretados como consecuencia de esta actividad tectónica reciente.

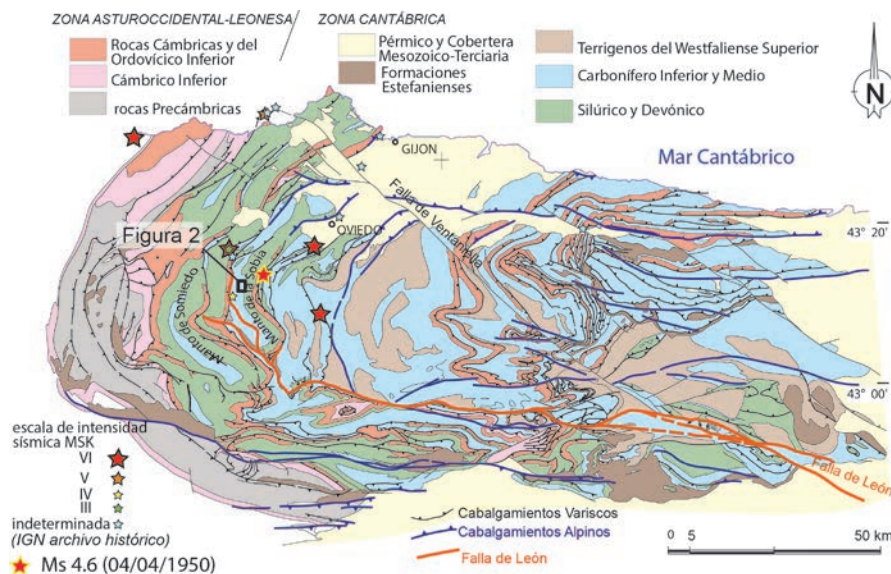


Fig. 1.- Geological map of the Cantabrian Zone (after Alonso *et al.*, 2009). Additionally, the location of seismic events is shown, in accordance with the historic records of the National Geographic Institute. Inset shows location of Fig. 2.

Fig. 1.- Geological map of the Cantabrian Zone (after Alonso *et al.*, 2009). Additionally, the location of seismic events is shown, in accordance with the historic records of the National Geographic Institute. Inset shows location of Fig. 2.

El campo de esfuerzos reciente relacionados con la sismicidad (Herraiz *et al.*, 2000), así como el deducido a partir del análisis poblacional de fallas (De Vicente *et al.*, 2008) para el NO de la Península Ibérica indican una dirección de compresión regional subhorizontal de orientación entre N150°E y N180°E.

El objetivo de este trabajo es mostrar evidencias de actividad tectónica cuaternaria en el occidente de la Zona Cantábrica mediante la descripción de la deformación asociada a una pequeña falla descubierta en los Puertos de Marabio. La falla coloca calizas carboníferas sobre derrubios de la-

dera calcáreos parcialmente cementados. La inclinación de estos canchales es similar a la que presenta la parte inferior de la ladera calcárea de la Sierra de la Sobia sobre la que se depositan.

La integración de esta falla en la geología de la Sierra de la Sobia permite proponer una interpretación tectónica que estaría detrás del origen de las grandes avalanchas.

### Contexto geológico

La Sierra de la Sobia es un cordal calizo de geometría arqueada, situado al suroeste de Oviedo entre los valles de Teverga y Quirós. Las calizas son de edad carbonífera y forman parte del flanco O del Antiforme de Caranga, un pliegue de propagación por falla relacionado con el cabalgamiento basal del Manto de la Sobia (Bulnes y Aller, 2002). Aproximadamente un kilómetro hacia el E de la zona estudiada discurre la traza principal de la Falla de León, un cabalgamiento varisco cortando en fuera de secuencia reactivado durante la deformación alpina (Alonso *et al.*, 2009). Más hacia el sur, la Falla de León constituye el contacto entre las calizas de la Formación Valdeteja y las pizarras del Grupo Lena, justo donde las calizas de la ladera O de la Sierra de la Sobia alcanzan su pendiente más abrupta y avalanchas rocosas de grandes dimensiones se superponen a la traza de la falla (Menéndez-Duarte y Fernández, 2014).

### Las fallas cuaternarias

Al N de la Sierra de la Sobia, cerca de los Puertos de Marabio, se ha encontrado una falla paralela a la superficie de estratificación de las calizas de la Formación Valdeteja. La falla se formó cerca del contacto con las pizarras westfalienses y corta canchales calcáreos cementados en la parte inferior de la ladera O de la Sierra de la Sobia (Figs. 2 y 3).

El canchal es un depósito clasto-soportado, ordenado y consolidado por un cemento carbonatado rico en detríticos, lo que dificulta su datación por el método de U/Th. La estratificación del depósito queda definida por la ordenación interna rítmica grano-decreciente de los clastos de calizas, con tamaños que van desde cantos a arenas.

La estratificación interna del canchal es asintótica con la ladera en el borde apical superior y divergente hacia la base del

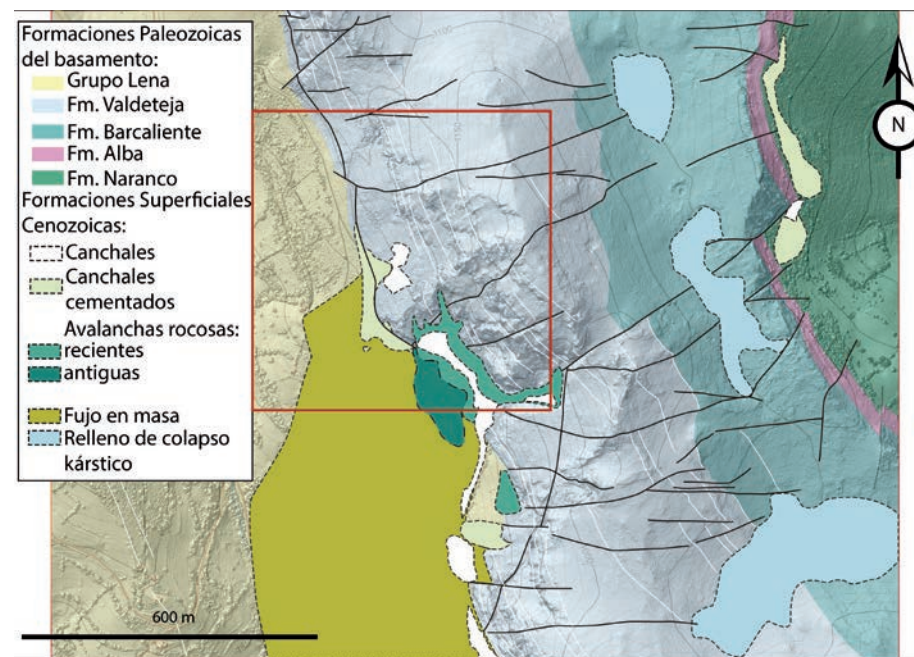


Fig. 2.- Detailed geological map of a fault disrupting calcareous cemented Quaternary scree and other transverse faults crosscutting it. Red inset shows the location of Fig. 3A.

Fig. 2.- Detailed geological map of a fault disrupting calcareous cemented Quaternary scree and other transverse faults crosscutting it. Red inset shows the location of Fig. 3A.

depósito, donde alcanza un espesor máximo de 20 m.

La superficie del depósito cementado tiene una pendiente homogénea a ambos lados de la falla de unos 25°, similar al de la ladera calcárea no cubierta por estos depósitos (Fig. 3A), mientras que el buzamiento de la estratificación del canchal aumenta de forma desigual a ambos lados de la falla, alcanzando 32° en el bloque de techo y 38° en el bloque de muro (Fig. 3C). Hacia el S, la traza de la falla desaparece por debajo de unos depósitos de avalanchas rocosas no cementadas, sobre los que se disponen también canchales calcáreos no cementados (Figs. 2 y 3A). La traza de la falla se prolonga 738 m hacia el norte y está desplazada 24 m hacia el oeste por una falla transversal de rumbo N70°E.

El desmonte parcial del talud del canchal para la explotación de grava (el área azul de mayor transparencia en la figura 3A), permite la observación en detalle de la superficie de falla (Fig. 4). El sentido de movimiento observado en las estrías subverticales medidas en 4 zonas diferentes del afloramiento de la superficie de falla (Figs. 3B y 4) y la geometría de los clastos fragmentados y cementados sobre el plano de falla indican una cinemática de falla inversa. Un corte paralelo a la dirección de las estrías permite calcular un deslizamiento neto de 6 m (Fig. 3C).

Además, en la figura 4 se observa que la superficie de falla está cortada por dos sistemas de fallas transversales de espaciado métrico, de manera que el sistema que se inclina hacia el N funciona como pequeñas fallas inversas, mientras que el sis-

tema de planos inclinados hacia el S muestra un desplazamiento aparente normal (Fig. 4), debido a que la dirección de la estría casi coincide con la línea de intersección entre la falla y la estratificación, a pesar de tratarse también de una falla inversa como se puede observar en la figura 3B.

**Discusión**

Se ha especulado mucho sobre el efecto de la tectónica reciente en la evolución del relieve de la Zona Cantábrica (p.ej., Álvarez-Marrón *et al.*, 2008; Menéndez-Duarte *et al.*, 2007). La larga y compleja historia tectónica de la Zona Cantábrica y la escasez de dataciones precisas de los procesos geomorfológicos dificulta la distinción de las estructuras recientes respecto de las desarrolladas previamente durante la evo-

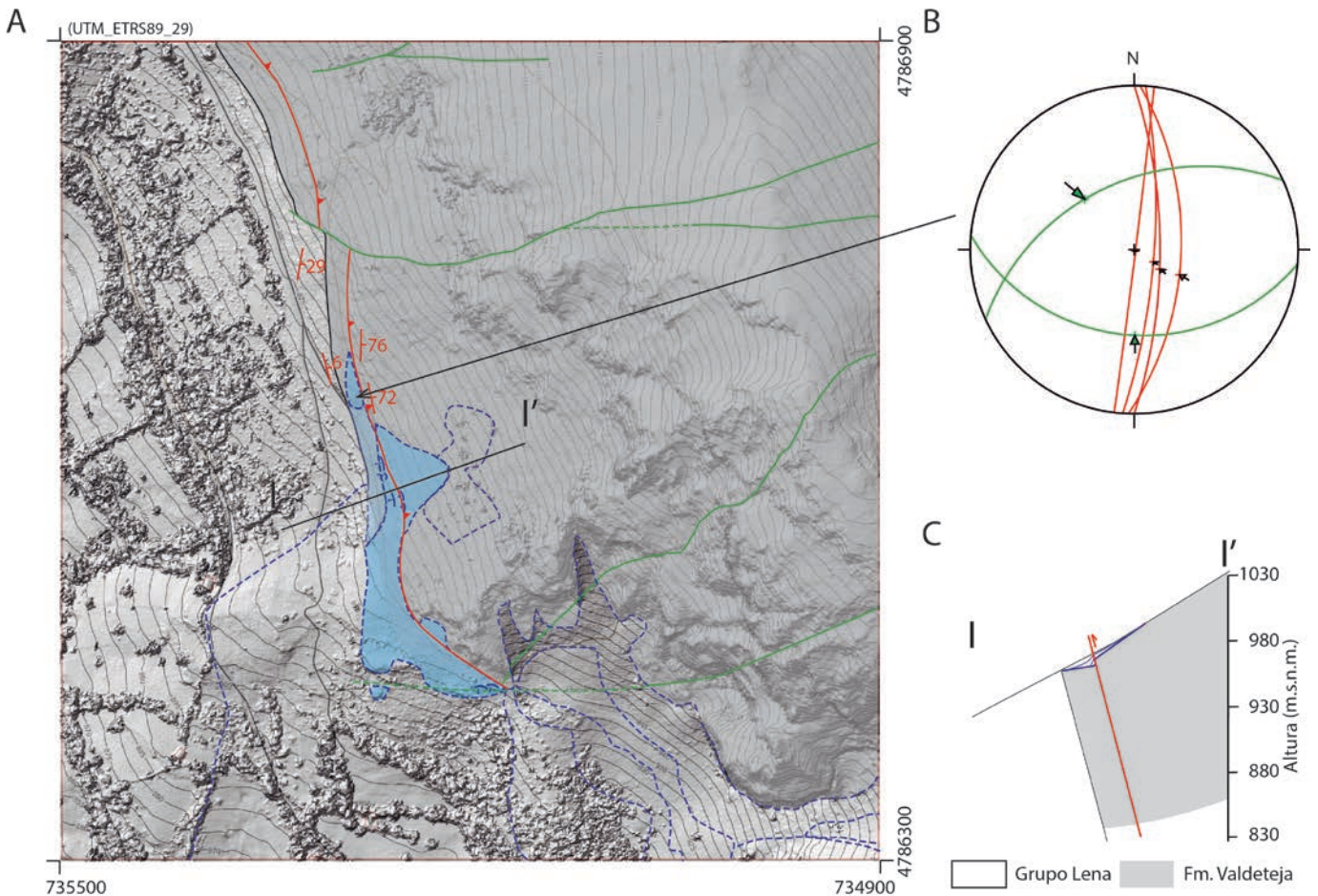
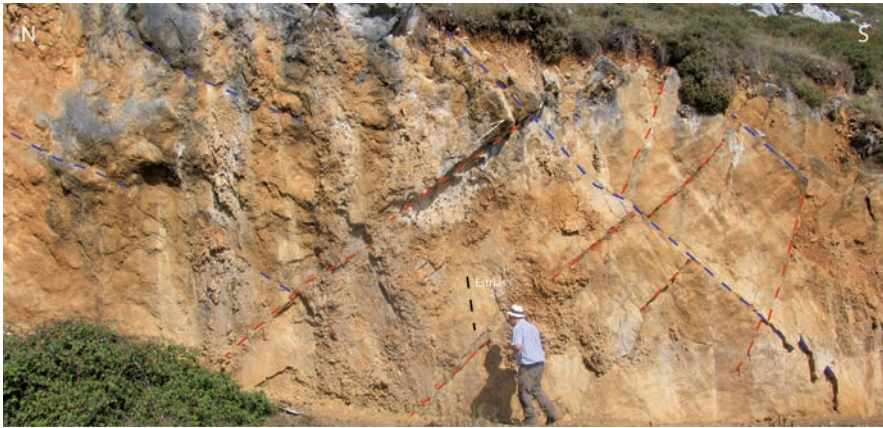


Fig. 3.- A) En el modelo digital del terreno LIDAR se representan: la topografía (escala 1:5.000), las fallas cuaternarias (con línea roja la que corta a los canchales calcáreos cementados, en color azul; con líneas verdes las transversales), contacto normal entre formaciones geológicas (línea negra) y las formaciones superficiales de la Fig. 2 (líneas de trazo discontinuo azul). B) Proyección estereográfica equiareal sobre el hemisferio inferior de las superficies de falla sobre las que se han podido medir estrías cuya cinemática se indica con la punta de flecha. C) Sección geológica I-I' trasversal a la falla y al derrubio cementado.

Fig. 3.- A) On the digital terrain model LIDAR are represented: the topography (scale 1:5.000), the Quaternary faults (red line is the fault that cuts the cemented scree; green lines are the transverse faults), the normal contact between geological formations (black line) and the surficial formations mapped in Fig. 2 (blue dashed lines). (B) Equiareal, lower hemisphere stereographic projection of the faults with slickenlines, whose kinematics are shown with arrows. (C) Geological cross-section I-I' with the fault and the cemented scree.



**Fig. 4.- Superficie de la falla cortando los canchales calcáreos cementados. N es Norte; líneas discontinuas: estrías (negra), fallas inversas transversas inclinadas hacia el N (roja) y transversas normales inclinadas hacia el sur (azul).**

*FFig. 4.- Fault surface cutting the calcareous cemented scree. North is N; dashed lines: slickenline (black), transversal reverse northward dipping (red) and transversal normal southward dipping faults (blue).*

lución Varisca o Alpina. Sin embargo, la falla inversa descubierta en los Puertos de Marabio es inequívocamente de edad cuaternaria ya que superpone calizas carboníferas sobre canchales calizos cementados en una ladera de pendiente similar al buzamiento de la estratificación del depósito (Fig. 3A). Esta falla está cerca del epicentro del mayor sismo registrado en toda la Zona Cantábrica, ocurrido el 4 de abril de 1950 (Ms 4.6, Fig. 1). Además, cabe recordar que la Falla de León, localizada 1 km hacia el oeste y conectada 1 km hacia el sur con la falla cuaternaria, presenta varias avalanchas rocosas de grandes dimensiones distribuidas a lo largo del trazado de esta falla en la vertiente O de la Sierra de la Sobia, para las cuales se ha propuesto un origen cosísmico relacionado con el movimiento de esta estructura (Menéndez-Duarte y Fernández, 2014).

Todos estos datos parecen indicar que la falla descubierta está relacionada con la Falla de León. Sin embargo, su cinemática inversa es distinta de la que presentan la mayoría de fallas de dirección N-S medidas a lo largo de la Sierra de la Sobia, cuyas estrías subhorizontales indican una cinemática de deslizamiento flexural consistente con un posible reapretamiento del Arco Astúrico. El movimiento inverso hacia el ONO de esta falla cuaternaria tampoco es compatible con la Falla o Cabalgamiento de León (Alonso *et al.*, 2009).

La orientación de la falla, coincidente con la estratificación de las calizas carboníferas, sugiere que se trata de una falla pro-

ducida por deslizamiento flexural durante el plegamiento. Además, las estrías son subperpendiculares al eje del Antiforme de Caranga, según los datos de Bulnes y Aller (2002). Sin embargo, el sentido de deslizamiento es opuesto al de una falla de deslizamiento flexural, ya que asciende el bloque situado hacia el núcleo del antiforme. Una posible explicación es que el Antiforme de Caranga, de trazado N-S, se hubiera desplegado ligeramente durante el acortamiento reciente en dicha dirección. De manera que la falla inversa de los Puertos de Marabio estaría acomodando la verticalización o enderezamiento del flanco inverso occidental del Antiforme de Caranga durante su despliegue parcial, aprovechando una discontinuidad mecánica previa como es la superficie de estratificación.

## Conclusiones

La falla inversa localizada en los Puertos de Marabio, que superpone calizas carboníferas sobre canchales cementados dispuestos sobre la ladera O de la Sierra de la Sobia, es de edad cuaternaria. La interpretación de sus características cinemáticas es coherente con la actual dirección de acortamiento N-S en la Zona Cantábrica.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha beneficiado de la revisión del manuscrito original realizada por Antonio Azor y por Javier Escuder-Viruet y ha sido financiado con los proyectos de investi-

gación GRUPIN14-044 del Plan Regional de Investigación del Principado de Asturias y con el proyecto MINECO-15-CGL2014-53388-P del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

## Referencias

- Alonso, J.L., Pulgar, J.A., García-Ramos, J.C. y Barba, P. (1996). En: *Tertiary basins of Spain* (P. Friend y C. Dabrio, Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 292-299.
- Alonso, J.L., Martínez-Abad, I. y Gracia-Ramos, J.C. (2007). *Geogaceta* 43, 47-50.
- Alonso, J.L., Marcos, A. y Suárez, A. (2009). *Geologica Acta* 7 (4), 451-473.
- Álvarez-Marrón, J., Pulgar, J.A., Dañoibeitia, J.J., Pérez-Estaún, A., Gallastegui, J., Martínez-Catalán, J.R., Banda, E., Comas, M.C. y Córdoba, D. (1995). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 8 (4), 355-363.
- Álvarez-Marrón, J., Hetzel, R., Niedermann, S., Menéndez, R. y Marquínez, J. (2008). *Geomorphology* 93, 316-334.
- Bulnes, M. y Aller, J. (2002). *Journal of Structural Geology* 24, 827-846.
- De Vicente, G., Cloetingh, S., Muñoz-Martín, A., Olaiz, A., Stich, D., Vegas, R., Galindo-Zaldívar, J. y Fernández-Lozano, J. (2008). *Tectonics* 27, TC1009.
- Fernández-Viejo, G., López-Fernández, C., Domínguez-Cuesta, M.J. y Cadenas, P. (2014). *Scientific Reports* 4, 1-6.
- Fillon, C., Pedreira, D., van der Beek, P.A., Huisman, H.S., Barbero, L. y Pulgar, J. (2016). *Tectonics* 35, 1-18.
- Gutiérrez-Claverol, M., López-Fernández, C. y Alonso, J.L. (2006). *Geogaceta* 40, 75-78.
- Herraiz, M., De Vicente, G., Lindo-Ñaupari, R., Giner, J., Simón, J.L., González-Casado, J.M., Vadillo, O., Rodríguez-Pascua, M.A., Cicuéndez, J.I., Casas, J.I., Cabañas, L., Rincón, P., Cortés, A.L., Ramírez, M. y Lucini, M. (2000). *Tectonics* 19, 762-786.
- López-Fernández, C. (2007). *Actividad sísmica, zonación sismotectónica y riesgo sísmico en el NO de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral, Univ. de Oviedo, 304 p.
- Menéndez-Duarte, R., Marquínez, J., Fernández, S. y Santos, R. (2007). *Catena* 21 (2), 267-278.
- Menéndez-Duarte, R. y Fernández, F.J. (2014). En: *XIII Reunión Nacional de Geomorfología*. (S. Schnabel y A. Gómez Gutiérrez, Eds.). SEG-Universidad de Extremadura, Cáceres, 397-400.
- Pulgar, J.A., Alonso, J.L., Espina, R.G. y Marín, J.A. (1999). *Trabajos de Geología* 21, 283-294.