

Evolución diagenética en el sector occidental de la Falla del Vallès-Penedès (Cadenas Costero Catalanas)

Diagenetic evolution along the occidental part of the Vallès-Penedès Fault (Catalan Coastal Ranges)

Vinyet Baqués, Anna Travé e Irene Cantarero

Departamento de Geoquímica, Petrología i Prospecció Geològica. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. c/Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona. vbaques@ub.edu; atrave@ub.edu; i_cantarero@ub.edu

ABSTRACT

From the study of the fracturing, fault rocks, petrology and geochemistry of carbonate cements were established the relative chronology of the different episodes of fracturing and the role of fluids during deformation in the western sector of the Vallès-Penedès Fault. Were recognized different types of fluids and hydraulic regimes during the development of the fault. Thus, during the early stages of fracturing attributed to Paleogene compression, fluids were highly interacted with the host-rock. By contrast, cements that fill the fractures related to the latest stages of deformation have low interaction with the host-rock and can be attributed to: 1) meteoric fluids circulated through the fractures during the latest stages of Paleogene compression or 2) the compressional fractures remained open and were subsequently sealed by cements precipitated from meteoric water. On the other hand, the later stages of fracturing attributed to Neogene extension, the hydrogeological system was opened to the meteoric waters and there was not interacted with the host-rock.

Key words: Fluids, fractures, cements, Cenozoic, Vallès-Penedès.

Geogaceta, 49 (2010), 95-98
ISSN: 2173-6545

Fecha de recepción: 15 de julio de 2010
Fecha de revisión: 3 de noviembre de 2010
Fecha de aceptación: 26 de noviembre de 2010

Introducción

Los movimientos de fluidos en cuencas sedimentarias se producen preferentemente durante las etapas de deformación tectónica (Moore y Vrolijk, 1992). A partir del estudio de la fracturación y de las rocas de falla, así como de sus cementos, se puede establecer la cronología relativa de los diferentes episodios de deformación, el papel de los fluidos en la deformación, las condiciones de la deformación (profundidad, temperatura, presión), las características y el origen de los fluidos (meteóricos, marinos, profundos) y el papel de las fallas en la migración de fluidos. El objeto de este estudio es caracterizar el desarrollo de la Falla del Vallès-Penedès basándonos en el estudio petrológico y geoquímico de los distintos productos diagenéticos.

Marco geológico

La cuenca del Vallès-Penedès se localiza en el sector central de las Cadenas Costero Catalanas (Fig.1). Durante la fase compresiva alpina comprendida en-

tre el Eoceno y el Oligoceno inferior, las fallas orientadas NE-SO y ENE-OSO actuaron como fallas direccionales sinietras con transpresión local. Posteriormente, durante la extensión del Oligoceno superior-Mioceno medio, estas fallas fueron reactivadas como fallas normales originando un sistema de horsts y grabens situados en el margen NO del Surco de Valencia (Roca *et al.*, 1999). La cuenca del Vallès-Penedès está limitada al NO por la Falla Vallès-Penedès, que tiene un salto de 3000 m y una orientación ENE-OSO a NE-SO. El límite SE está formado por diversas fallas de salto hectométrico que la separan de los horsts de Garraf y de Collserola-Montnegre (Bartrina *et al.*, 1992).

Descripción del afloramiento

Se ha seleccionado un afloramiento situado en el sector occidental de la Falla del Vallès-Penedès que corresponde al límite del margen NW de la cuenca del Vallès-Penedès (Fig. 1). El afloramiento consiste en una antigua cantera que muestra una sección transversal de

más de 20 metros del bloque inferior de la falla del Vallès-Penedès. En este punto, la falla pone en contacto unas calizas de agua dulce del Cretácico Inferior correspondientes a la Fm. Cantaperdius (Barremiense) con los depósitos continentales superiores del relleno de la cuenca correspondientes a la Fm. Conglomerados de Riudebitlles (Serravaliense-Tortonense). Estas calizas están falladas, plegadas y basculadas. En la cantera se observan los estratos, con una potencia de 1 a 3 metros, totalmente verticales. A techo de algunos estratos se han identificado marcas de raíces y óxidos que dan una coloración amarillenta a la roca. Discordante con las calizas, en cavidades dentro de ellas, hay un depósito de arenita de color amarillo. Esta arenita está formada por granos angulosos de cuarzo y de calcita y la matriz está formada por una micrita de color marrón. A nivel microscópico se ha observado que este depósito está laminado, siendo subhorizontal e indicando que ha sido depositado posteriormente al plegamiento alpino.

Las calizas cretácicas corresponden a un wackestone-packstone de

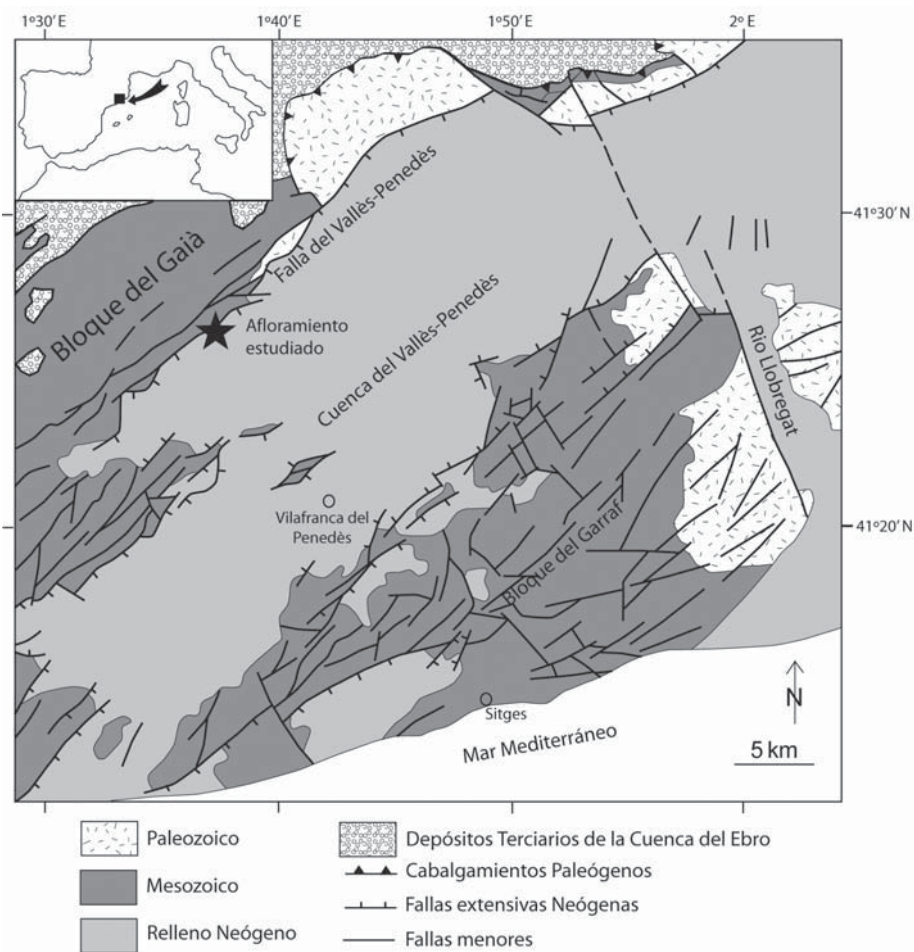


Fig. 1.-Localización del área de estudio en su contexto tectónico regional.

Fig. 1.-Studied area localization in its regional tectonic context.

carofitas, ostrácodos y fragmentos de gasterópodos. La luminiscencia de las calizas es naranja. Los restos fósiles están disueltos dejando una porosidad móldica. Esta porosidad está rellena parcialmente por micrita y por un cemento blocky de calcita (C0) en disposición geopetal. La micrita tiene luminiscencia naranja y la calcita naranja brillante. Puntualmente se observan zonas irregulares de micrita más oscura y micrita más rosada, dando un aspecto sub-nodular a la roca. En los dos tipos de micrita se observan cristales romboédricos de calcita (CD1), de tamaño entre 100 a 200 μm los cuales corresponden a una dolomía de reemplazamiento incipiente que posteriormente ha sido desdolomitizada. Estos cristales generalmente no son luminiscentes, aunque en algunos casos, el núcleo de los cristales presenta luminiscencia naranja. La roca de caja presenta valores entre -5,3 y -3,2 ‰ VPDB para el $\delta^{18}\text{O}$ y entre -5,8 y -4,6 ‰ VPDB para el $\delta^{13}\text{C}$.

Fracturas y cementos

A partir del estudio macroscópico y microscópico se han diferenciado hasta 8 tipos de fracturas (Fig. 2 y 3). Las relaciones de corte entre las diversas fracturas son complejas, aún así ha sido posible distinguir las distintas generaciones y relacionarlas con las dos grandes fases tectónicas que han tenido lugar en la zona.

Fracturas 1: son irregulares y sub-parallelas a la estratificación. Tienen un grosor entre 10 y 50 μm y están rellenas por un cemento de calcita microesparítico y luminiscencia naranja oscura (cemento C1). Estas fracturas son más abundantes en las zonas de micrita oscura.

Fracturas 2: tienen una orientación general de 150/80 O. Son fracturas con paredes rectas de grosor entre 100 μm y 2,5 cm. Están rellenas por dos generaciones de cemento: cemento de calcita C2a, de color blanco lechoso, tipo drusy y lumi-

niscencia naranja oscura. Los cristales tienen una morfología euédrica de tamaño entre 75 μm y 1 mm. Localmente los cristales son elongados y crecen con el eje c perpendicular a las paredes de la fractura, dando una textura tipo bladed. Presenta valores entre -7,9 y -5,9 ‰ VPDB para el $\delta^{18}\text{O}$ y entre -6,3 y -4,1 ‰ VPDB para el $\delta^{13}\text{C}$. La segunda generación se trata de un cemento de calcita C2b, de color naranja translúcido, tipo drusy y luminiscencia naranja oscura. Los cristales tienen morfología euédrica de tamaño entre 150 y 750 μm y crecen con el eje c perpendicular a las paredes de la fractura. Presenta valores de -5,8 ‰ VPDB para el $\delta^{18}\text{O}$ y -4,9 ‰ VPDB para el $\delta^{13}\text{C}$.

Fracturas 3: tienen una orientación general 140/10 SO. Son fracturas de paredes irregulares de grosor entre 200 y 500 μm . Están rellenas por un cemento de calcita tipo blocky no luminiscente (C3). Los cristales son euédricos y nítidos de tamaño entre 100 y 200 μm . Presenta valores entre -5,8 y -4,8 ‰ VPDB para el $\delta^{18}\text{O}$ y entre -10 y -4,9 ‰ VPDB para el $\delta^{13}\text{C}$.

Fracturas 4: tienen una orientación general de 060/70 SE y corresponden a fallas inversas. El núcleo de la falla es de tan solo 0,5 m de grosor y está constituido por una cataclasita de color amarillento. La cataclasita está formada por microfragmentos de la roca encajante y los cementos descritos anteriormente y está cementada por dos generaciones de cemento: una microesparita no luminiscente (C4a), de cristales anédricos de tamaño entre 4 y 10 μm y con valores entre -5,4 y -4,3 ‰ VPDB para el $\delta^{18}\text{O}$ y entre -9,5 y -7 ‰ VPDB para el $\delta^{13}\text{C}$. La segunda generación corresponde a un cemento tipo blocky no luminiscente (C4b), de cristales euédricos de tamaño entre 10 y 50 μm , con valores entre -5,4 y -4,4 ‰ VPDB para el $\delta^{18}\text{O}$ y entre -9,5 y -7 ‰ VPDB para el $\delta^{13}\text{C}$.

Fracturas 5: tienen una orientación general de 054/25 NO con un cabeceo de 54°E y corresponden a fallas inversas. Asociada a las fallas se ha identificado una cataclasita similar a la cataclasita amarilla, con fragmentos del mismo origen y cementada por la microesparita C4a y el cemento de calcita blocky C4b. Las estrias de la falla inversa, se desarrollaron sobre una calcita blocky deformada (C5), con los cristales entre 200 y 500 μm no luminiscentes. Presenta valores de -5,2 ‰ VPDB para el $\delta^{18}\text{O}$ y -8,5 ‰ VPDB para el $\delta^{13}\text{C}$.

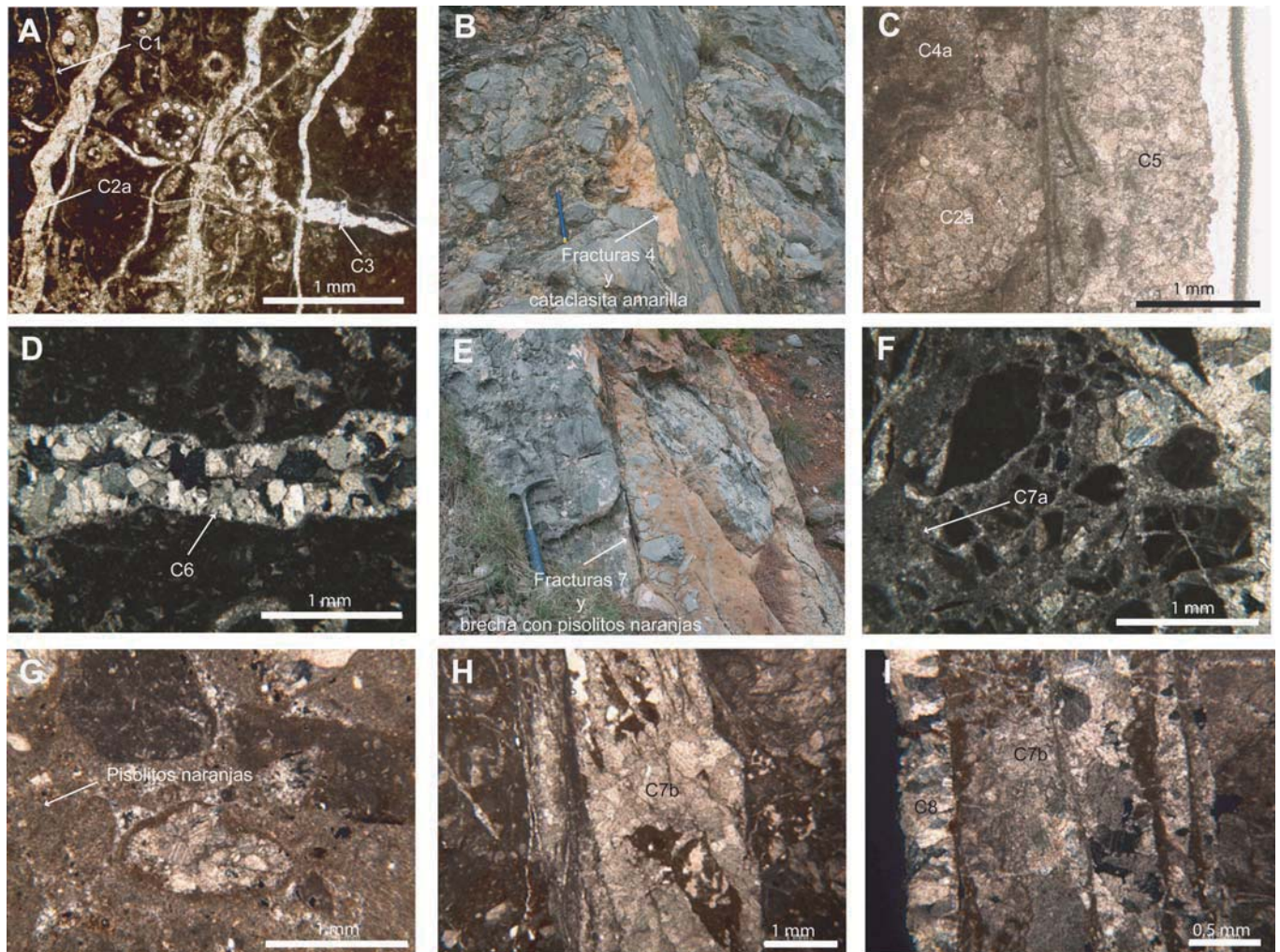


Fig. 2.- Características petrológicas de la roca de caja y cementos descritos para cada familia de fracturas. A-Wackestone-packstone de carofitas afectado por las fracturas 1, 2 y 3 y los correspondientes cementos C1, C2 y C3. B-Fallas inversas relacionadas con la familia de fracturas 4. En la zona del núcleo de la falla se encuentra la cataclasita amarilla. C- Fracturas 5 con los cementos C4a y C5. D- Fracturas 6 rellenas por el cemento C6. E-Fallas normales relacionadas con la familia de fracturas 7. En la zona del núcleo de la falla se encuentran las brechas con los pisolitos naranjas. F- Brecha de falla cementada por el cemento C7a. G-Detalle de los pisolitos naranjas. Se puede observar fragmentos de cementos anteriores que tienen una envuelta pisolítica. H-Catáclisis de la brecha con los pisolitos naranjas y cemento sintectónico C7b. I-Cemento C7b y el cemento en empalizada C8.

Fig. 2.- Petrological characteristics of the host-rock and cements described for each family of fractures. A-Wackestone-packstone of charophyte affected by fracture 1, 2 and 3 and their related cements C1, C2 and C3. B-Thrust faults related to the family of fractures 4. In the core zone there is the yellow cataclasite. C- Fractures 5 with C4a and C5 cements. D-Fractures 6 filled by cement C6. E-Normal faults related to the family of fractures 7. In the core fault zone there is the breccia with the orange pisoliths. F-Fault breccia with cement C7a. G-Breccia of orange pisoliths. H-Cataclasis of orange pisoliths with the syntectonic cement C7b. I-Cement C7b and cement C8.

Fracturas 6: tienen una orientación general de 080/30 S a 060/30 NO. Son fracturas de paredes rectas y de grosor entre 100 y 700 μm . Están rellenas por un cemento de calcita tipo drusy no luminiscente (C6). Los cristales son euédricos de tamaño entre 25 y 250 μm y crecen con el eje c perpendicular a la pared de la fractura. Presenta valores entre -5,4 y -4,6 ‰ VPDB para el $\delta^{18}\text{O}$ y entre -10,5 y -7,9 ‰ VPDB para el $\delta^{13}\text{C}$.

Fracturas 7: tienen una orientación general de 060/60 SE y corresponden a fallas normales. Asociado a las fallas se han reconocido distintos tipos de brechas de falla:

Brecha de falla cohesiva: formada por clastos angulosos, de tamaño entre 0,1 y 3 cm correspondientes a la roca de caja y los cementos descritos anteriormente. Esta brecha está cementada por cristales microesparíticos de 10 a 20 μm no luminiscentes (C7a). Presenta valores entre -5,4 y -4,1 ‰ VPDB para el $\delta^{18}\text{O}$ y entre -9,8 y -6,8 ‰ VPDB para el $\delta^{13}\text{C}$.

Pisolitos naranjas: en el núcleo de las fallas se ha observado una brecha de falla donde los fragmentos están sustentados por unos pisolitos micríticos de color naranja. Algunos de los fragmentos de la brecha tienen también una envuelta pisolítica naranja grisácea en los que el

núcleo no se reconoce. En general, esta brecha está afectada por procesos pedogenéticos que dan lugar a vacuolas y fracturas muy irregulares rellenas por una microesparita gris. Estos pisolitos presentan valores entre -7,1 y -4,4 ‰ VPDB para el $\delta^{18}\text{O}$ y entre -10,3 y -8,5 ‰ VPDB para el $\delta^{13}\text{C}$.

Cataclasis de los pisolitos naranjas: los últimos movimientos de la falla provocan la cataclasis de los pisolitos naranjas. Se han observado sigmoides con cementos de calcita precipitados sintectónicamente (C7b). Esta calcita presenta valores entre -5,6 y -5,1 ‰ VPDB para el $\delta^{18}\text{O}$ y entre -9,8 y -9 ‰ VPDB para el $\delta^{13}\text{C}$.

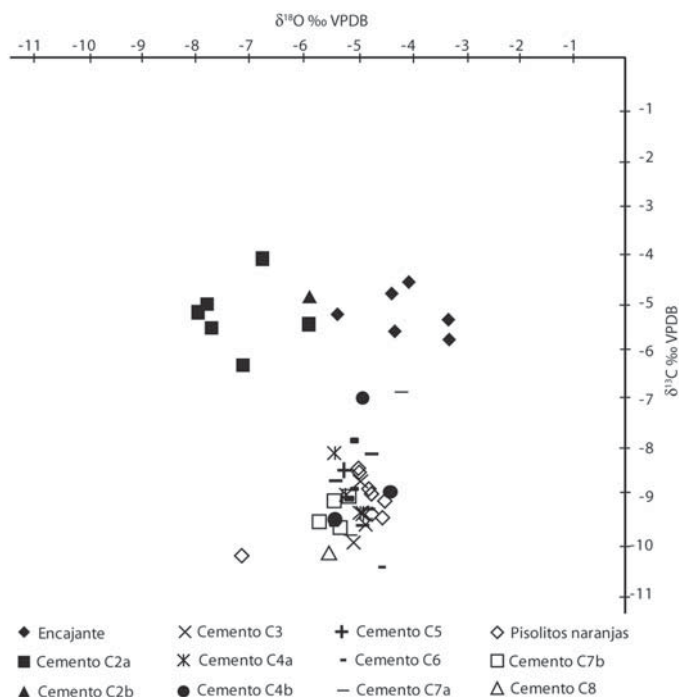


Fig. 3.- Representación gráfica de los valores isotópicos de C y O de la roca de caja y cementos.

Fig. 3.- Cross-plot of oxygen and carbon stable isotopic composition of host-rock and cements.

Fracturas 8: son fracturas de orientación NNO-SSE, de paredes rectas y grosor entre 5 y 10 cm. Las paredes de las fracturas están tapizadas por un cemento de calcita tipo empalizada (C8). Los cristales son elongados de 500 μm a 2 cm no luminiscentes. Presenta valores de -5,5 ‰ VPDB para el δ¹⁸O y -10,2 ‰ VPDB para el δ¹³C.

Discusión

Las fracturas 1, 2, 3, 4 y 5 son compatibles a nivel estructural con la compresión Paleógena. Los cementos relacionados con las fracturas 2 muestran una alta interacción con el encajante. Además, la señal empobrecida en oxígeno indica que este cemento precipitó durante el enterramiento máximo de la roca. Por el contrario, las calcitas relacionadas con las fracturas 3, 4 y 5 muestran una baja interacción con el encajante, y precipitación a partir de aguas meteóricas. Las fracturas 6, 7 y 8 se atribuyen a la extensión neógena. Los distintos cementos, brechas y pisolitos relacionados con las fracturas extensivas

neógenas son una mezcla de procesos tectónicos y kársticos. La interferencia entre la tectónica y los procesos kársticos relacionada a fallas normales ha sido descrita por varios autores en fallas superficiales que afectan carbonatos (Sibson, 2000; Verhaert *et al.*, 2009). Los valores isotópicos de C y O indican que en esta fase el sistema hidrológico estuvo abierto a la entrada de aguas meteóricas.

Trabajos realizados en la zona muestran alta interacción con la roca encajante durante la compresión paleógena y entrada de aguas meteóricas durante la extensión neógena (Travé *et al.*, 1998). En el afloramiento estudiado, las fracturas 3, 4 y 5 son fracturas claramente compresivas y, a pesar de ello, los cementos que las rellenan fueron precipitados a partir de aguas meteóricas que interaccionaron poco con la roca de caja. Los resultados actuales pueden indicar dos posibles hipótesis: 1) La entrada de aguas meteóricas a través de las fracturas, sin interacción con la roca de caja, se podría haber producido ya en los últimos estadios de la compresión o, 2) Durante los últimos estadios de la compresión, si circu-

laron fluidos, éstos no dejaron registro y los cementos que se encuentran en las fracturas compresivas 3, 4 y 5 precipitaron posteriormente, durante la extensión neógena, a partir de fluidos meteóricos.

Conclusiones

Se han reconocido distintos tipos de fluidos y distintos regímenes hidrológicos durante el desarrollo de la Falla del Vallès-Penedès:

- 1- Fluidos con una alta interacción con la roca de caja relacionados con las fracturas 2.
- 2- Fluidos con baja interacción con la roca de caja relacionados con las fracturas 3, 4 y 5. Los cementos que rellenan las fracturas abren la posibilidad de dos hipótesis: 2a) En los últimos estadios de la compresión se produjo la entrada de fluidos meteóricos. 2b) Las fracturas compresivas permanecieron abiertas y fueron selladas posteriormente por cementos precipitados de aguas meteóricas.
- 3- Fluidos que provocaron una baja interacción con la roca de caja, indicando un sistema hidrológico abierto a las aguas meteóricas durante la formación de las fracturas 6, 7 (fallas normales) y 8.

Agradecimientos

Esta investigación está financiada por el proyecto CGL2010- 18260, la beca BES-2007-14935 y el *Grup Consolidat de Recerca «Geologia Sedimentària»* (2009 SGR-1458).

Referencias

Bartrina, M.T., Cabrera, L., Jurado, M.J., Guimerà, J. y Roca, E. (1992). *Tectonophysics*, 203, 219-247.
 Moore, J.C y Vrolijk, P. (1992). *Review of Geophysics*, 30, 113-135.
 Roca, E., Sans, M., Cabrera, L. y Marzo, M. (1999). *Tectonophysics*, 315, 209-233.
 Sibson, R.H. (2000). *Journal of Geodynamics*, 29, 469-499.
 Travé, A., Calvet, F., Soler, A. y Labaume, P. (1998). *Sedimentology*, 45, 1063-1082.
 Verhaert, G., Muchez, P., Keppens, E. y Sintubin, M. (2009). *Geologia Belgica*, 12(3), 59-73.