

Las deformaciones hercínicas del Macizo de Montalbán (Teruel) en su sector NW (La Hoz de la Vieja – Maicas)

The Hercynian deformations in the NW sector (La Hoz de la Vieja – Maicas) of the Montalbán Massif (Teruel, Spain)

Estefanía Górriz Ibáñez y Andrés Gil Imaz

Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, España. e_gorri@outlook.es, agil@unizar.es

ABSTRACT

A structural analysis of the Paleozoic materials, mainly Carboniferous, of the NW sector of the Montalbán Massif (Teruel) was performed. From the geometric and kinematic characterization of deformed rocks, a sequence of three Hercynian deformation stages has been encountered, including: 1) A intense flattening stage (D1) with associated recumbent cleavage-related folds, 2) a flexural and flattening stage (D2) with inclined folds and crenulation cleavage and 3) stage D3 with flexural folds without cleavage development. The present-day disposition of the Hercynian mesoscopic structures is the result of the alpine flexural folding.

Key-words: Hercynian, deformation, Montalbán, Iberian Chain, Asturian-Leonese Zone.

RESUMEN

Se ha realizado un análisis estructural de los materiales paleozoicos, principalmente carboníferos, del sector NW del Macizo de Montalbán (Teruel). A partir de la caracterización geométrica y cinemática de los materiales deformados, se ha identificado una secuencia de tres etapas de deformación hercínicas, que incluye: 1) etapa D1 de intenso aplastamiento con desarrollo de pliegues tumbados de orientación NW-SE y esquistosidad de plano axial, 2) etapa D2 con desarrollo de pliegues vergentes y esquistosidad de crenulación y 3) etapa D3 con formación de pliegues flexurales sin esquistosidad asociada. La actual disposición de las estructuras mesoscópicas hercínicas es resultado del plegamiento alpino flexural del conjunto.

Palabras clave: Hercínico, deformación, Montalbán, Cordillera Ibérica, Zona Asturoccidental-Leonesa.

Geogaceta, 58 (2015), 67-70
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 30 de enero de 2015
Fecha de revisión: 29 de abril de 2015
Fecha de aceptación: 15 de mayo de 2015

Introducción

El Macizo de Montalbán se encuentra situado en el extremo sureste de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. La estructura del macizo está caracterizada por un anticlinal alpino asimétrico de núcleo devónico con una orientación NNW-SSE a NW-SE (Fig. 1). Los materiales del zócalo hercínico del macizo se encuentran afectados tanto por la Orogenia Hercínica como por la Alpina, presentando una densa red de fracturas relacionadas con la etapa de deformación tardihercínica y una gran cantidad de intrusiones andesíticas y, en menor medida, riolíticas de edad Estefaniense-Pérmico (Torres, 1989). En cuanto a la relación del macizo de Montalbán con otras unidades estructurales hercínicas de la Cordillera Ibérica, la concepción más aceptada lo considera como parte integrante de la Unidad de Herrera (Carls, 1983). La escasez de afloramientos, la complejidad estructural que presentan y la similitud de materiales de la

serie estratigráfica, complican la interpretación cartográfica de este macizo paleozoico. La escasez de trabajos específicos sobre el análisis estructural hercínico del Macizo de Montalbán (ver Tejero y Capote, 1987; Torres, 1989 y Casas *et al.*, 2000, entre otros), convierten a éste en un trabajo relevante a la hora de completar la evolución del zócalo durante la Orogenia Hercínica.

Descripción de los materiales hercínicos

La serie sedimentaria infra-triásica del Macizo de Montalbán está constituida por rocas de edad devónica y carbonífera, así como también por intrusiones ígneas que se sucedieron durante el Estefaniense y el Pérmico. Los materiales devónicos están representados, principalmente, por areniscas, arcillas y limolitas. Los materiales carboníferos, discordantes con los materiales devónicos, están representados por materiales flyschoides principalmente y alternancias

de areniscas y pelitas bituminosas con intercalaciones de grauvacas, calizas detriticas, cuarcitas y algunos conglomerados (Carls, 1983).

Las rocas ígneas intrusivas (cuarzo-dibasas) que aparecen en estos niveles son, mayoritariamente, diques que intruyen en los materiales devónicos y carboníferos. También se observan rocas volcánicas (riolitas) interestratificadas entre los materiales paleozoicos (Torres, 1989).

Descripción y análisis de las estructuras hercínicas

El análisis de las estructuras hercínicas se ha llevado a cabo a escalas micro-, meso- y macroscópica. Este trabajo resume el trabajo realizado a partir de más de 50 estaciones de medida. El análisis estructural que se presenta se ha centrado en tres afloramientos seleccionados, caracterizados por las buenas condiciones de afloramiento y la presencia de diversas familias de estructu-

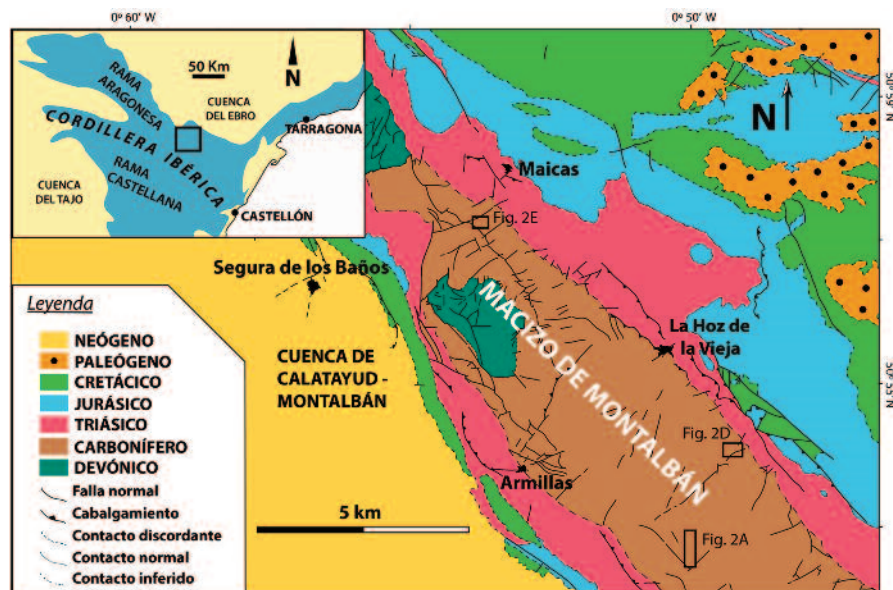


Fig. 1.- Mapa geológico simplificado del Macizo Paleozoico de Montalbán (modificado de Martín-Fernández *et al.*, 1977 y Torres, 1989) con la localización de las estaciones de análisis mesoestructural consideradas en este estudio.

Fig. 1.- Simplified geological map of the Paleozoic Montalbán Massif (modified from Martín-Fernández *et al.*, 1977 and Torres, 1989) with the location of the studied mesostructural sites.

ras. De esta forma, el análisis geométrico y cinemático de las estructuras, y la relación entre ellas, ha permitido definir tres etapas de deformación hercínica principales, a las que se asocian distintos tipos de estructuras y mecanismos de deformación.

Primera etapa de deformación (D1)

Este evento deformacional, correspondiente a la primera etapa de deformación hercínica, está representado en la zona de estudio por pliegues isoclinales con una geometría próxima a la clase 3 (Ramsay, 1967), muy apretados y acostados, con una orientación preferente NW-SE y vergencia SW (Figs. 2A y 2B). Estos pliegues están acompañados por una esquistosidad de plano axial, subparalela a la estratificación (S1), con una orientación media NW-SE (Fig. 2A).

El intenso aplastamiento asociado a esta etapa se materializa en un engrosamiento de las zonas de charnela; muy restringidas en comparación a los flancos (Fig. 2A). Las líneas de charnela, y la lineación de intersección S0/S1, presentan inmersiones variables hacia el NW o SE. Tanto las charnelas de los pliegues como la esquistosidad S1, muestran un elevado grado de dispersión, compatible con una dirección preferente de plegamiento NE-SW, responsable de los principales pliegues alpinos de orientación NW-SE. Localmente se han ob-

servado pliegues de primera fase afectados por fallas sincinemáticas.

A escala microscópica, la esquistosidad S1 queda definida por bandeados mineralógicos, submilimétricos en los que alternan niveles con predominio de filosilicatos y otros ricos en cuarzo y minerales opacos. En cuanto a los mecanismos responsables de la esquistosidad, cabe destacar la recristalización materializada en la presencia de filosilicatos idiomorfos paralelos a la traza de la esquistosidad y la deformación intracristalina materializada en cristales de cuarzo elongados con extinción ondulante (Fig. 2C). Estas características de microfábrica sugieren una deformación interna muy intensa asociada a aplastamiento dúctil.

Segunda etapa de deformación (D2)

La segunda etapa de deformación está representada por pliegues de orientación NNW-SSE, vergencia W o E y buzamientos variables de las superficies axiales. Además, algunos pliegues presentan una orientación próxima a N-S debido al efecto de etapas de deformación posteriores. Desde el punto de vista geométrico, predominan los pliegues de tipo 1c (Ramsay, 1967), propios de pliegues de flexión y aplastamiento, con geometrías próximas a 1b o 2 en función de la competencia del material (Figs. 2B y 2D). La figura 2A muestra un ejemplo de superpo-

sición de los pliegues de esta etapa sobre pliegues de la etapa anterior.

Los pliegues de esta etapa de deformación aparecen acompañados por fallas inversas y cabalgamientos sincinemáticos, con una orientación preferente NNW-SSE y buzamientos, en general altos (Fig. 2D). Localmente, los materiales flyschoides aparecen afectados por zonas de cizalla semifrágil coherentes con el conjunto de estructuras de esta etapa de deformación. Al igual que en los pliegues de la primera etapa de deformación, las líneas de charnela presentan inmersión tanto hacia el NW como hacia el SE (Figs. 2A y 2D).

Asociada a los pliegues de esta etapa, se desarrolla una esquistosidad discontinua de crenulación (S2), asimétrica, paralela al plano axial de pliegues métricos, localizada en sus charnelas internas y afectando a la esquistosidad de la etapa anterior (Fig. 2C). El mecanismo esquistogenético fundamental es el microplegamiento de la anisotropía plana anterior. Este mecanismo conlleva un bandeado composicional debido a la diferenciación mineralógica inducida por la deformación y materializado por el desarrollo de bandas claras ricas en cuarzo y filosilicatos y otras, oscuras, con concentración de residuos insolubles (Fig. 2B).

Tercera etapa de deformación (D3)

Esta etapa está escasamente representada en la zona de estudio. Se caracteriza por pliegues de orientación NE-SW, sin esquistosidad asociada y con una geometría claramente determinada por la de los pliegues de la fase anterior (Fig. 2E). La interferencia de ambas generaciones de pliegues confiere, a los de tercera fase, una geometría de "domos" y "cubetas" como consecuencia de la resistencia mecánica que ofrecen las charnelas D2 ante un segundo plegamiento. Los pliegues de esta etapa son marcadamente cónicos y muestran charnelas laxas con fuerte inmersión, condicionadas por la geometría de los pliegues anteriores.

Modelo estructural

El análisis estructural a escala mesoscópica y microscópica de los materiales paleozoicos del sector NW del Macizo de Montalbán, ha permitido establecer una secuencia de tres etapas de deformación hercínica, caracterizadas por estructuras y me-

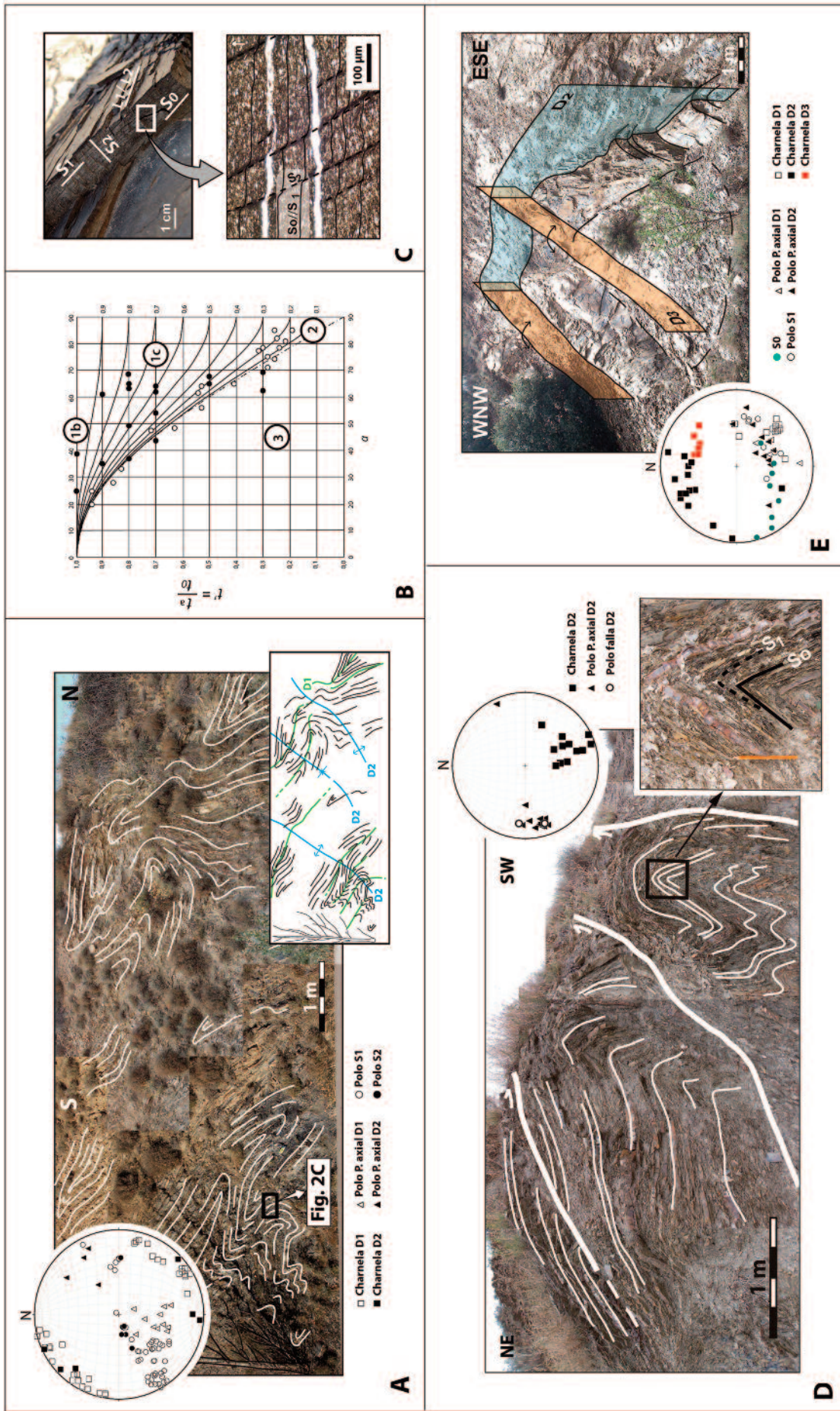


Fig. 2.- Estructuras tectónicas, a escala mesoscópica y microscópica, de las tres etapas de deformación hercínica en el sector NW del Macizo de Montalbán. A) Aspecto de campo y esquema estructural de las relaciones entre estructuras de la primera y segunda etapa de deformación. En el estereograma (hemisferio inferior) se representan datos de deformación. Explicación en el texto. B) Diagrama t'/α de Ramsay (1967) para los pliegues de la primera etapa (relleno blanco) y segunda etapa (relleno negro). C) Aspecto de campo y microscopio de las relaciones entre las esquistosidades S_1 y S_2 . D) Aspecto de campo de las estructuras de la etapa D_2 y detalle de un pliegue decimétrico plegando la esquistosidad S_1 subparalela a S_0 . En el estereograma (hemisferio inferior) se representan datos estructurales de la etapa de deformación D_2 . E) Aspecto de campo de la superposición de pliegues de las etapas D_2 y D_3 y representación estereográfica (hemisferio inferior) de datos estructurales. Explicación en el texto.

Fig. 2.- Meso- and micro-scale tectonic structures of the three Hercynian deformation phases in the NW sector of the Montalbán Massif. A) Field aspect and structural sketch showing the relationships between structures belonging to both the first and second deformational stages. Stereographic projection (equal area projection, lower hemisphere) of structural elements of both deformation phases is shown. See text for details. B) t'/α diagram (Ramsay, 1967) for D_1 (white dot) and D_2 (black dot) deformation phases. C) Field and microscope aspect of the relationships between the S_1 and S_2 cleavages. D) Field aspect of D_2 tectonic structures and detail of a decimetric-scale D_2 fold affecting the S_1 cleavage parallel to bedding S_0 . Stereographic projection (equal area projection, lower hemisphere) of structural elements of D_2 deformation phase is also shown. E) Field aspect of superposed folding affecting to D_2 and D_3 folds and stereographic projection (equal area projection, lower hemisphere) of structural elements. See text for details.

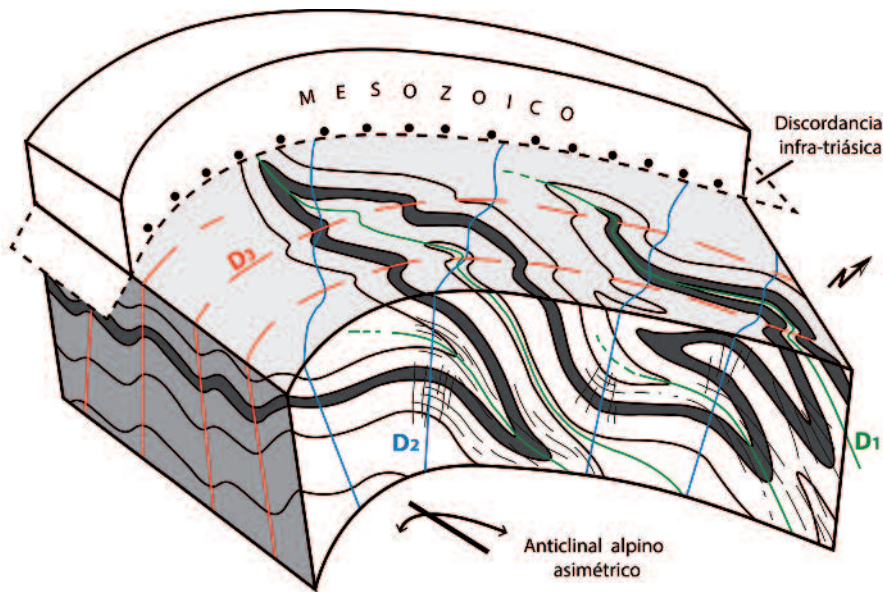


Fig. 3.- Bloque diagrama interpretativo de las relaciones entre meso- y macroestructuras en el sector NW del Macizo de Montalbán.

Fig. 3.- Interpretative block diagram showing the relationships between meso- and macrostructures in the NW sector of the Montalbán Massif.

canismos de deformación diferentes (Fig. 3). La primera etapa (D1) está representada en la zona por pliegues muy apretados e isoclinales (clase 2 y 3 de Ramsay, 1967) asociados a elevadas tasas de aplastamiento (Fig. 2J), de orientación preferente NW-SE. La dirección de acortamiento regional compatible con estas estructuras es NE-SW.

La segunda etapa de deformación hercínica (D2) identificada en el sector NW del Macizo de Montalbán, se caracteriza por pliegues de flexión y aplastamiento. Presentan una orientación NNNW-SSE, vergencias tanto hacia el E como hacia el W y geometrías tanto de clase 1c y 1b de Ramsay (1967) en función de que se trate de capas incompetentes o competentes. Los valores del grado de aplastamiento varían entre 0,4 y 0,8; propio de pliegues de flexión y aplastamiento asociados a una deformación marcadamente heterogénea (Fig. 2B). La dirección de acortamiento regional compatible con las principales estructuras de esta segunda etapa es ESE-WNW.

Las características geométricas descritas están de acuerdo con los mecanismos de deformación reconocidos para las familias de esquistosidad asociadas a las etapas D1 y D2: transferencia de materia por presión-disolución-recristalización, en el caso de la esquistosidad S1 y crenulación discreta, asociada a un bandeado composicional, en el caso de la esquistosidad S2.

Finalmente, la última etapa de defor-

mación hercínica reconocida (D3), queda caracterizada por pliegues laxos de orientación NE-SW asociados a una dirección de acortamiento NW-SE.

A partir de las características geométricas de las estructuras hercínicas del sector NW del Macizo de Montalbán, fundamentalmente las relativas a la variabilidad en la orientación y vergencia de los pliegues de la etapa D2, se infiere que su disposición actual es resultado del plegamiento flexural alpino del conjunto, en dirección NE-SW.

En cuanto a la interpretación de la zona de estudio en el contexto tectónico regional del Macizo Ibérico, el estilo estructural que caracteriza a las tres etapas de deformación hercínica reconocidas en el sector NW del Macizo de Montalbán (geometría de las estructuras y mecanismos de deformación) y su cronología relativa, son correlacionables con la secuencia obtenida en otros puntos de la Zona Asturoccidental-Leonesa del Macizo Ibérico, en los que la directriz estructural principal NW-SE se atribuye al efecto de las dos primeras fases, coaxiales, de deformación (Tejero y Capote, 1987).

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos es posible establecer una secuencia de acontecimientos deformacionales hercínicos, para el sector NW del Macizo de Montalbán,

caracterizada por la sucesión de, al menos tres etapas de deformación en las que las direcciones de acortamiento regional varían de NE-SW (1ª etapa) a ESE-WNW (2ª etapa) y, finalmente, a NW-SE. La mayoría de las estructuras hercínicas analizadas, correspondientes a las etapas de D1 y D2, presentan una orientación media NW-SE, similar a la orientación actual del Macizo, resultado de la deformación alpina.

En cuanto a la inclusión de la zona de estudio dentro del contexto tectónico regional del Macizo Ibérico, podemos afirmar que la evolución de la deformación hercínica descrita en nuestra zona de estudio es similar a la de los afloramientos paleozoicos de la Zona Asturoccidental-Leonesa.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto 221-292UZ (Geotransfer) del Gobierno de Aragón. Sintetiza los resultados obtenidos en el marco de la asignatura "Trabajo de Fin de Grado" de 4º curso del Grado de Geología de la Universidad de Zaragoza (trabajo académicamente dirigido). Agradecemos los comentarios y sugerencias de Joan Guimerà y un revisor anónimo que han contribuido a mejorar el manuscrito original.

Referencias

- Carls, P. (1983). En: *Geología de España* (J. Comba, Ed.). Tomo III, IGME, Madrid, 11-32.
- Casas, A.M., Casas, A., Pérez, A., Tena, S., Barrier, L., Gapais, D. y Nalpas, T. (2000). *Geodinámica Acta* 1, 1-17.
- Martín Fernández, M., Canerot, J. y Linares-Rivas, A. (1977). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 492 (Segura de los Baños) y memoria*. IGME, Madrid, 26 p.
- Ramsay, J.G. (1967). *Folding and fracturing of rocks*. McGraw Hill Company, New York, 568 p.
- Simón Gómez, J.L. (1986). *Estudios Geológicos* 42, 407-414.
- Tejero, R. y Capote, R. (1987). *Estudios Geológicos* 43, 425-434.
- Torres, J.A. (1989). *Estudio petrológico, geoquímico y de aprovechamiento industrial del magmatismo calco-alcalino, Stephaniense-Pérmico, en el Anticlinal de Montalbán (Provincia de Teruel)*. Tesis de Licenciatura, Univ. de Zaragoza, 528 p. Inédita.