

MINERALOGÍA MAGNÉTICA EN ROCAS MESOZOICAS REMAGNETIZADAS DE LA CORDILLERA IBÉRICA (SINCLINAL DE VILLAVELAYO – SIERRA DE LA DEMANDA)

M.P. MATA ⁽¹⁾, J.J. VILLALAÍN ⁽²⁾ Y A.M. CASAS ⁽³⁾

⁽¹⁾ Dpto. Geología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, 11510 Puerto Real (Cádiz)

⁽²⁾ Dpto. de Física, E. Politécnica Superior, Universidad de Burgos, Avda. Cantabria, 09006 Burgos

⁽³⁾ Dpto. de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios paleomagnéticos realizados en los últimos años han permitido describir remagnetizaciones (magnetizaciones secundarias) muy estables que se observan a lo largo de áreas extensas (remagnetizaciones regionales). Estas remagnetizaciones están directamente relacionadas con enterramiento o exhumación de sedimentos, migración de fluidos, metamorfismo o mineralizaciones (Banerjee et al., 1997, Oliver, 1986, etc.). Hay dos mecanismos fundamentales para explicar las remagnetizaciones a gran escala: a) mecanismo termoviscoso (activación térmica de granos ferromagnéticos preexistentes) y b) remagnetización química (precipitación química de nuevos granos ferromagnéticos). Debido a la escasez y pequeño tamaño de la mayor parte de los granos ferromagnéticos portadores de la señal, los estudios de paleomagnetismo se llevan a cabo efectuando medidas magnéticas en la muestra total sin realizar observaciones directas de la textura y composición de las fases magnéticas portadoras de la remagnetización. Por tanto, el estudio de detalle de los diferentes minerales ferromagnéticos de las rocas, en concreto, el carácter detrítico o diagenético de los minerales portadores de la remagnetización, principalmente óxidos y sulfuros de hierro, y sus relaciones entre ellos, da importantes datos acerca de los mecanismos (térmicos o químicos) que generan las remagnetizaciones y por tanto de los procesos de evolución diagenética.

En la Cordillera Ibérica existen trabajos paleomagnéticos previos que ponen de manifiesto la presencia de remagnetizaciones que pueden llegar a ser de escala regional (Juárez et al., 1998). Este hecho se ha confirmado para la Cuenca de Cameros donde Villalaín et al., (2003) han demostrado que una gran parte de la Cuenca fue totalmente remagnetizada durante el Cretácico. La interpretación de las direcciones de esta remagnetización permitió a su vez definir la geometría pre-inversión de la cuenca. Sin embargo, hasta el momento no se ha podido establecer el mecanismo que produjo esta remagnetización. Los objetivos de este trabajo son la caracterización de las propiedades magnéticas de las rocas remagnetizadas y de la mineralogía magnética presente en ellas: rasgos morfológicos, tamaño y origen de los granos magnéticos portadores de la remanencia (detríticos, diagenéticos o biogénicos). Para ello hemos

estudiado un afloramiento en la parte NO de la Cordillera Ibérica, el sinclinal de Villavelayo, y hemos realizado un estudio que incluye tanto medidas de magnetismo de las rocas, como un estudio mineralógico de detalle. El estudio está realizado en varios tipos de rocas (detríticas siliciclásticas y carbonatadas) y edades (Triásico hasta Cretácico).

SITUACIÓN GEOLÓGICA

El área estudiada se sitúa en la Sierra de La Demanda, en la parte NO de la Cordillera Ibérica. El sinclinal de Villavelayo es una estructura compresional E-W situada entre el macizo palaeozoico de la Sierra de la Demanda, al norte y la Sierra de Neila, al sur y que se continúa durante 30 km. En él afloran principalmente las series mesozoicas (Triásicas, Jurásicas y Cretácicas). La estructura es ligeramente asimétrica y tiene asociada una esquistosidad que se manifiesta perfectamente en los niveles lutíticos y margosos (Gil-Imaz, 2001).

MUESTREO Y METODOLOGÍA

Se muestrearon dos cortes Norte-Sur que atraviesan desde el Triásico hasta el Cretácico inferior. Los materiales estudiados comprenden: areniscas rocas del Triásico, calizas del Jurásico inferior, margas y calizas del Jurásico medio y superior; conglomerados del Jurásico superior - Cretácico inferior y areniscas rojas del Cretácico inferior. Las medidas magnéticas se efectuaron sobre 150 muestras y las mineralógicas se efectuaron sobre una selección de las anteriores. En el estudio paleomagnético las muestras han sido sometidas a desmagnetización térmica y por campos alternos. Se han realizado además varios experimentos de magnetismo de las rocas consistentes en adquisición progresiva de magnetización remanente isoterma (IRM) y desmagnetización térmica de tres componentes de IRM, así como elaboración de ciclos de histéresis. Los análisis magnéticos han sido realizados en el Laboratorio de Paleomagnetismo de la Universidad de Burgos. Para el análisis mineralógico se han estudiado por luz transmitida y reflejada secciones pulidas procedentes de láminas delgadas y de cilindros usados para realizar las anteriores medidas magnéticas. Además del estudio óptico, se ha realizado un estudio detallado por microscopía electrónica de barrido y microanálisis EDS con los microscopios FEI quanta (ESEM) y FEI Sirion (FEG) de los servicios centrales de la Universidad de Cádiz.

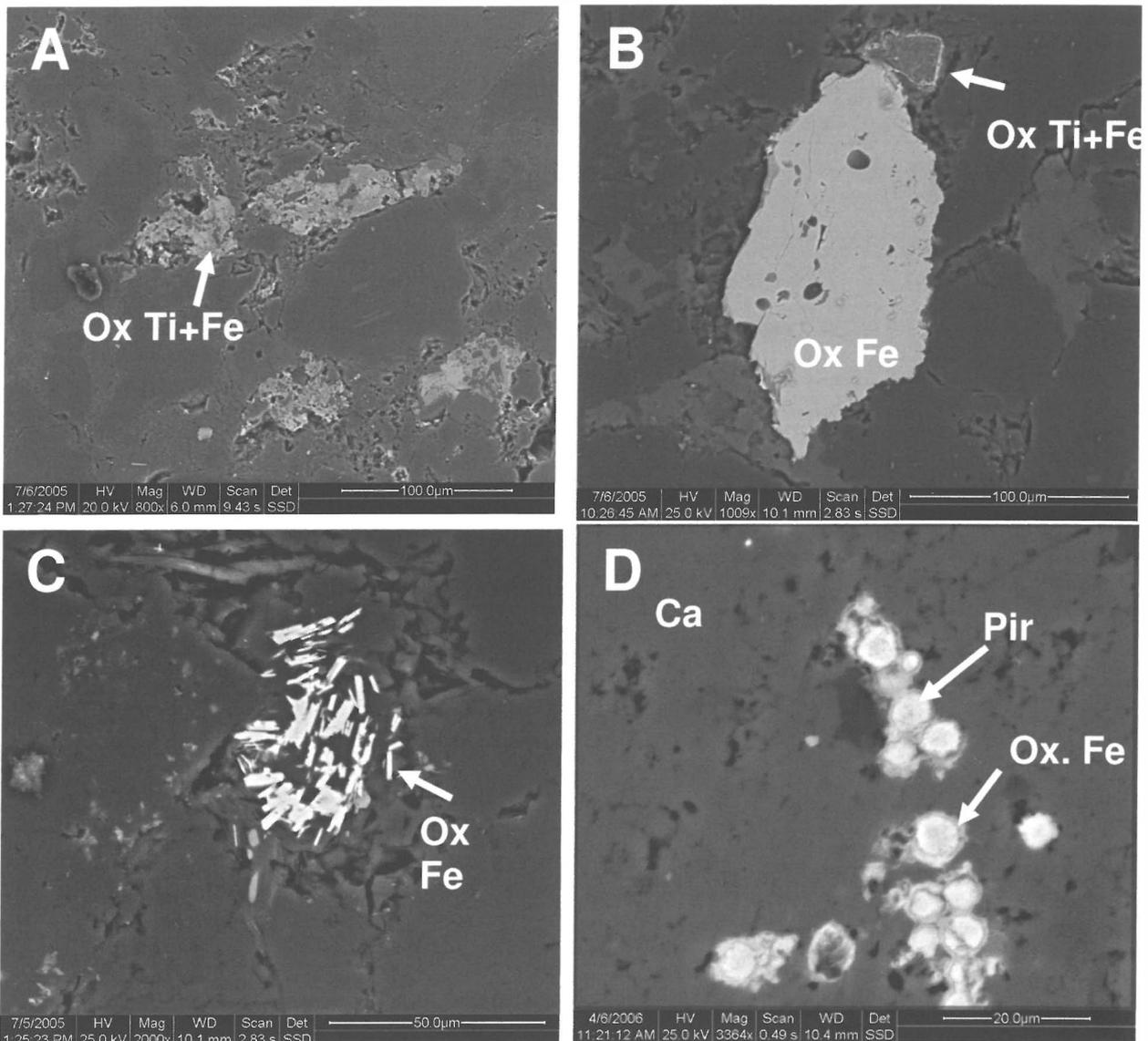


Figura 1: Imágenes de electrones retrodispersados en probetas pulidas: A): Arenisca del Buntsandstein. Relictos de óxidos de Fe-Ti (probable ilmenita) reemplazados por óxidos de Ti y hematites en menor proporción. B): Arenisca del Cretácico Inferior. Grano de óxidos de Fe (hematites) junto a ilmenita relicta rodeada de óxidos de Fe. C) Arenisca del Cretácico Inferior. Placas de hematites de tamaño micrométrico en la matriz de la roca. D): Caliza del Jurásico. Granos de pirita framboidal rodeados de películas de alteración (probable magnetita).

MAGNETISMO Y MINERALOGÍA MAGNÉTICA

El análisis de la magnetización remanente natural (NRM) indica que ésta está dominada por una componente paleomagnética con polaridad normal coincidente con la remagnetización observada para el resto de la Cuenca de Cameros. Así mismo, se ha realizado el test del pliegue y del conglomerado y sus resultados confirman que esta única componente de polaridad normal es una magnetización secundaria.

Areniscas rojas (Triásico y Cretácico inferior)

La NRM presenta una única componente con máxima temperatura de desbloqueo por encima de 640°C. Los experimentos realizados sobre la IRM indican que el mineral ferromagnético dominante y responsable de la remagnetización tiene alta coercitividad y la desmagnetización térmica indica que se trata de hematites. Las fases magnéticas observadas en estas

muestras son: óxidos de Fe (hematites) en forma de cristales de escasas micras (hematites pigmentaria), hasta de 150 µm de longitud, no encontrándose cristales de mayor tamaño en las muestras estudiadas. Estos óxidos pueden estar tanto dispersos, en el espacio intergranular o en la matriz, como cristales euhédricos de hábito laminar, en exoluciones y en los bordes de relictos de probable titanomagnetita o titanohematites e ilmenita, como resultado de su alteración desde meteórica hasta diagenética (Fig.1 A-C). Tanto en las areniscas triásicas como en las cretácicas, es frecuente la presencia de probable ilmenita que está completamente alterada a una masa de óxidos de Ti y en menor cantidad a óxidos de Fe. Los rasgos texturales de los óxidos de Fe son comunes a las areniscas del Bunt y del Cretácico e indican que una parte de ellos se ha podido generar en condiciones diagenéticas durante la alteración de fases precursoras como los óxidos de Fe-Ti observados por microscopía óptica o a partir de hidróxidos

de Fe previos generados durante la meteorización y el depósito.

Carbonatos (Jurásico)

En las calizas jurásicas la remagnetización es también la única componente presente, siendo la intensidad extraordinariamente alta. Los minerales responsables de la remagnetización en las calizas tienen baja e intermedia coercitividad y máximas temperaturas de desbloqueo del orden de 450°C. Este mineral podría ser magnetita pero su anómala temperatura de desbloqueo deja esta cuestión abierta. Los parámetros del ciclo de histéresis son compatibles con una mezcla de granos en estados monodominio y superparamagnético de magnetita según los modelos de Dunlop (2002), y son similares a los obtenidos por Channell y McCabe (1994) en calizas que han sufrido remagnetización química de los Apalaches. La mineralogía y textura de estos materiales es también completamente diferente a las areniscas rojas. Son frecuentes los granos de pirita framboidal (diagenética) que en numerosas muestras se encuentran rodeados por una pátina de óxidos (probable magnetita) que altera claramente los cristales de pirita (Fig.1. D). El espesor de estas películas no llega a alcanzar las 0.5 micras, siendo los cristales individuales mucho menores por lo que es imposible realizar un análisis preciso sobre su composición. Estos núcleos de pirita alterados a magnetita han

sido interpretados, entre otros, por Suk et al., (1990) como debidos a remagnetización de tipo químico originada por fluidos.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por el proyecto BTE2002-04168-C03-03 de la Dirección General de Enseñanza Superior y por el proyecto de la Junta de Castilla y León BU30/04.

REFERENCIAS

- Banerjee, S., Elmore, R.D. y Engel, M.H. (1997). *J. Geophys. Res.* 102: 24825 – 24842.
- Channell, J. E. T. y McCabe, C. (1994). *J. Geophys. Res.* 99: 4613-4623.
- Dunlop, D. J. (2002). *J. Geophys. Res. -Solid Earth* 107 (B3): No. 2057.
- Gil-Imaz, A. (2001): Tesis Doctoral. Vol, 23. Ciencias de la Tierra. IER. 301 pp.
- Juárez, T., Lowrie, W., Osete, M.L. y Meléndez, G. (1998). *Earth and Planetary Science Letters* 160: 729-743.
- Oliver, J. (1986). *Geology*. 14: 99-102.
- Suk, D. Peacor, D. R. y Van der Voo, R. (1990) *Nature*. 345, 611 - 613
- Villalaín, J.J.; G. Fernández-González, A. M. Casas y A. Gil-Imaz., A. (2003). *Tectonophysics*, 377: 101-117.