

# Estudio paleomagnético del dique de Messejana-Plasencia

A. Palencia<sup>1</sup>, M.L. Osete<sup>1</sup>, M. Maceira<sup>1</sup>, J.J. Villalain<sup>2</sup> y R. Vegas<sup>3</sup>

1 Dpto. de Geofísica, Facultad de C. Físicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, España. ali@fis.ucm.es, mlosete@fis.ucm.es

2 Dpto. de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, 09006 Burgos, España. villa@ubu.es

3 Dpto. Geodinámica, Facultad de CC. Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, España. ruidera@geo.ucm.es

## ABSTRACT

A paleomagnetic investigation of 39 sites (591 samples) across the 530 km of the Messejana-Plasencia dike has been carried out. Rock magnetic experiments indicate PSD low Ti titanomagnetite and magnetite as the minerals carrying the NRM. The samples were mostly demagnetised by thermal demagnetisation. Most sites exhibit a characteristic remanent component of normal polarity with the exception of two sites, where samples with reversed polarities have been observed. The paleomagnetic pole derived from the sites is well defined, with values of  $Plat=70.5$ ,  $Plong=238.0$ ,  $K=47.8$  and  $\alpha_{95}=3.5$ . Paleomagnetic data indicates: (i) the dike had a brief emplacement time, (ii) the age of intrusion can be constrained between 180-200 Ma, (iii) the high grouping of the VGP directions suggest no important tectonic perturbations of the whole structure of the dike since its intrusion to the present.

**Key words:** paleomagnetism, Messejana-Plasencia, dike, Iberian Plate, Jurassic.

## INTRODUCCIÓN

El dique de Messejana-Plasencia es un dique de naturaleza toleítica que se extiende una distancia de unos 530 km, desde el Sur de Portugal hasta el borde norte del Sistema Central Español donde desaparece bajo la cobertera cenozoica de la Cuenca del Duero. Está relacionado, junto con los diques aflorantes en el Oeste de Marruecos y en el Este de los Apalaches, con la actividad ígnea que se produjo en las zonas continentales que bordearon el

Atlántico Central y asociado a la separación de Africa y Norteamérica.

Los estudios geocronológicos de K-Ar realizados en la dique dan edades comprendidas entre 134 Ma y 209 Ma, y los autores interpretan que la dispersión en edades obtenida refleja las sucesivas intrusiones magmáticas del dique en su emplazamiento, que tuvo lugar entre los 160 Ma y 200 Ma (Schott *et al.*, 1981). Estudios geocronológicos  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  indican que la edad de intrusión del dique es de  $203 \pm 2$  Ma y por tanto parece que el dique se intruyó en un breve periodo de tiempo Dunn *et al.* (1998).

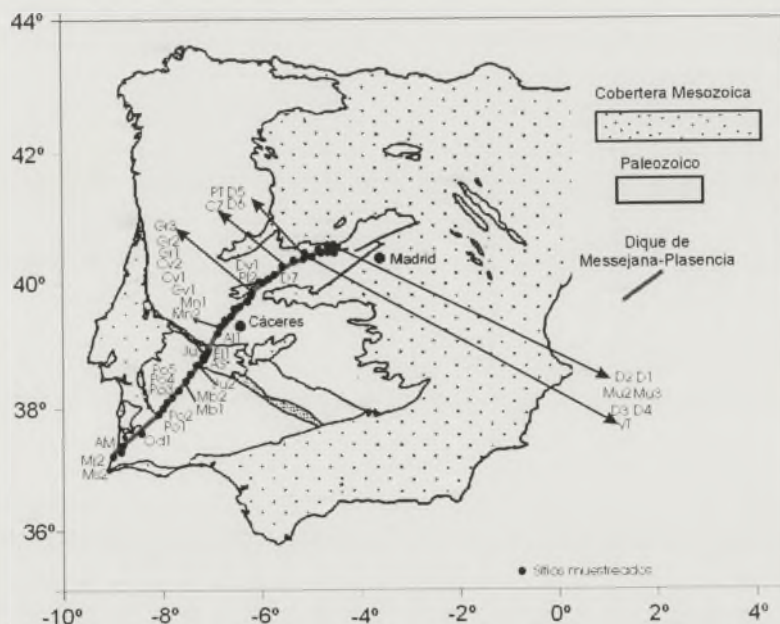


FIGURA 1. Mapa geológico del entorno del dique de Messejana-Plasencia con la situación de los sitios paleomagnéticos analizados.

Existen dos estudios paleomagnéticos en el dique realizados por Schott *et al.* (1981) y Perrin *et al.* (1991). Ambos trabajos encontraron de forma exclusiva polaridad normal. Este hecho está en aparente contradicción con un emplazamiento polifásico del dique, puesto que en el periodo de tiempo considerado existe una alta frecuencia de inversiones del campo magnético terrestre (c.m.t.). La ausencia de polaridades invertidas, y la proximidad entre la dirección obtenida por Shott *et al.* (1981) con otras direcciones cretácicas, llevaron a Juárez *et al.* (1996) a dudar sobre el origen primario o secundario de la imanación de las muestras del dique. Con el objetivo de esclarecer el origen de la imanación del dique de Messejana-Plasencia se ha realizado un estudio paleomagnético en 39 sitios (591 especímenes) repartidos uniformemente a lo largo de toda la estructura del dique (Fig. 1).

## RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS

Se realizaron experimentos de desimanación de la NRM mediante tratamiento térmico (mayoritariamente) y por AF, medidas de la susceptibilidad magnética a cada paso de incremento de la temperatura, experimentos de adquisición gradual de IRM, desimanación en tres ejes de la IRM y ciclos de histéresis.

Los experimentos de magnetismo de rocas indican que: (i) los minerales portadores de la remanencia alcanzan la saturación en campos inferiores a 0,3T, y su temperatura de desbloqueo máxima es de 575°C-600°C; (ii) los ciclos de histéresis de las muestras son simétricos y cerrados, sin

que se observe contribución de minerales paramagnéticos; (iii) la tendencia de los parámetros de histéresis observada presenta un buen ajuste a la teórica de la magnetita y de las titanomagnetitas (TM) de bajo contenido en titanio, indicando la presencia de distintos tamaños de granos en la zona de pseudo-monodominio (PSD), debido a los distintos tiempos de enfriamiento que han experimentado las muestras del dique, dependiendo probablemente de su distancia más o menos cercana a los bordes del dique. Por tanto, los experimentos de magnetismo de rocas realizados en las muestras del dique de Messejana-Plasencia confirman una concentración significativa de minerales magnéticos (fases de titanomagnetita con muy bajo contenido en titanio y magnetita) idónea para el registro del campo geomagnético.

Las direcciones de la NRM inicial tienen polaridad normal en todos los sitios con excepción de dos afloramientos (JU1 y JU2) que presentaron muestras, tanto de polaridad normal como invertida. Las muestras de polaridad invertida se consideraron independientes en el tratamiento posterior de los datos.

La mayoría de las muestras se desimanaron térmicamente, con un número mínimo de 9 pasos de desimanación, ya que este tratamiento es más eficaz para aislar la magnetización remanente característica (ChRM) que la desimanación por AF. Las muestras presentan una o dos componentes magnéticas además de una viscosa inicial.

La componente de baja temperatura de desbloqueo se aísla entre 200°C y 400-450°C y presenta generalmente una dirección próxima al c.m.t. actual, excepto en un sitio

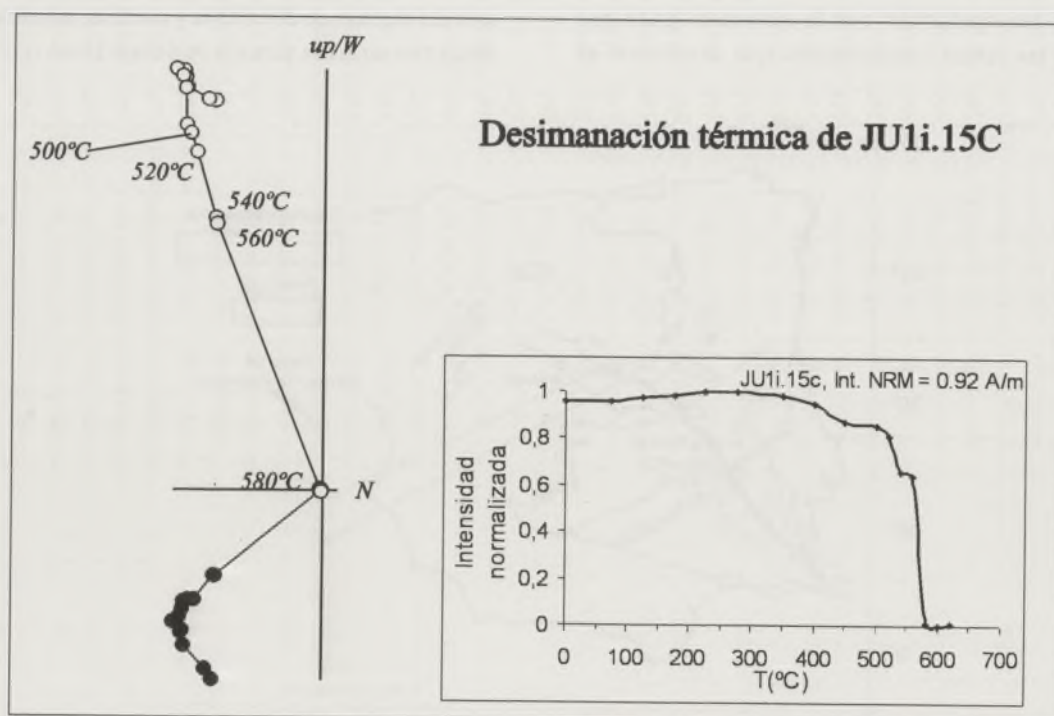


FIGURA 2. Diagrama de Zijderveld correspondiente a una muestra de polaridad invertida desimanada térmicamente. Intensidad de la magnetización normalizada frente a la temperatura.

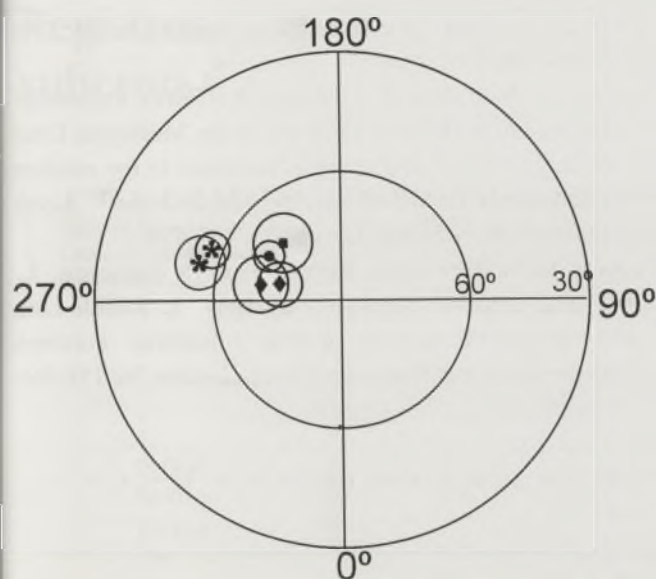


FIGURA 3. Polos Jurásicos de la Placa Ibérica y sus correspondientes  $\alpha_{95}$ : círculo: este estudio; rombos: Polos Toarcienses (Osete et al., 2000); estrellas: Polos Oxfordienses (Juárez et al., 1996 y Steiner et al., 1985); cuadrado: reimanación cretácica (Juárez et al., 1996)

(MB2) donde se ha encontrado que esta componente presenta polaridad invertida.

La componente de mayor temperatura de desbloqueo ha sido considerada la ChRM de las muestras del dique y se aísla entre los 200°C y los 600°C en las muestras con una única componente magnética, y entre 450°C-500°C y 600°C en las muestras con dos componentes magnéticas. La ChRM de las muestras del dique tiene en la mayoría de los sitios un  $\alpha_{95\%}$  menor de 10°; en 36 sitios es de polaridad normal; en 2 sitios (JU1i y JU2i) tiene polaridad invertida (Fig. 2); y en un sitio (AS, eliminado de cálculos posteriores) la ChRM presenta una gran dispersión debido a la presencia de muestras con polaridades intermedias que podría indicar que estas muestras están registrando direcciones intermedias de una posible transición de polaridad del campo magnético terrestre. Hay que resaltar el hecho de encontrar componentes magnéticas con polaridad invertida en muestras de distintos afloramientos del dique, lo que indica que existen al menos dos intrusiones separadas en el tiempo por al menos 10.000 años. Estos sitios JU1i, JU2i, MB2 y AS se encuentran separados como máximo por 50 km, por lo que la reactivación del dique se encuentra en una zona muy localizada.

Las direcciones de la ChRM pasan el test de inversión de McFadden y McElhinny (1990) con resultado positivo e indeterminado, lo cual indica que no se puede descartar una dirección media común entre las poblaciones de polaridad normal e invertida, y que la ChRM está bien aislada.

Para obtener un polo geomagnético virtual para el dique, realizamos el cálculo de los polos geomagnéticos virtuales (VGPs) para cada uno de los sitios estudiados, y se les

aplica el criterio de "fisheraneidad" de McFadden (1980). El polo resultante es  $\text{Plong} = 238,0$ ,  $\text{Plat} = 70,5$ ,  $k = 47,8$  y  $\alpha_{95} = 3,5^\circ$ .

El polo obtenido en este estudio es coincidente con el previamente calculado por Shott et al. (1981) para esta estructura de valores ( $\text{Plong} = 236,2$ ,  $\text{Plat} = 70,9$ ,  $k = 36,1$  y  $\alpha_{95} = 7,3^\circ$ ).

Analizando la figura 3 se puede observar que el polo calculado en este estudio es parecido a los de edad Toarciense y Cretácica y que difiere de los polos de edad Oxfordiense (calculados a partir de estudios de calizas en el Sistema Ibérico).

## CONCLUSIONES

No hay evidencias de que el dique de Messejana-Plaseña presente una reimanación Cretácica.

Podemos acotar la edad de intrusión del dique entre 180 y 200 Ma. Si la edad de intrusión es cercana a 200 Ma, entonces la Placa Ibérica no sufrió importantes variaciones en latitud desde entonces hasta el Toarciense.

El dique, en su mayoría, intruyó en un breve periodo de tiempo (menos de 1 Ma) que es el mayor periodo de un cron de polaridad normal en el Jurásico Inferior.

Se han encontrado afloramientos del dique (localizados en la misma zona) que han registrado épocas de polaridad invertida del campo magnético terrestre. Por tanto, estas intrusiones están separadas en el tiempo por al menos 10.000 años del evento intrusivo característico del dique.

Del agrupamiento de las direcciones del dique se deduce que no existe una tectónica importante que perturbe la estructura.

El polo calculado en este estudio es representativo de la Placa Ibérica para el Jurásico Inferior.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos: PB98-08341 (DGICYT) y BTE2002-00854 (DGICYT).

## REFERENCIAS

- Dunn, A.M., Reynolds, P.H., Clarke, D.B. y Ugidos, J.M. (1998): A comparison of the age and composition of the Shelburne dyke, Nova Scotia, and the Messejana dyke, Spain. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 35: 1110-1115.
- Juárez, M.T., Osete, M.L., Vegas, R., Langereis, C.G. y Meléndez, G. (1996): Palaeomagnetic study of Jurassic limestones from the Iberian Range (Spain): Tectonic implications. En: *Palaeomagnetism and tectonic of the Mediterranean Region* (A. Morris y D.H. Tarling, Eds), Geological Society, London, 83-96.
- McFadden, P.L. (1980): Determination of the angle in a Fisher distribution which will be exceeded with a given

- probability. *Geophysical Journal of the Royal Astronomy Society*, 60: 391-396.
- McFadden, P.L. y McElhinny, M.W. (1990): Classification of the reversal test in palaeomagnetism. *Geophysical Journal International*, 103: 725-729.
- Osete, M.L., Osete, C., Gialanela, P.R. y Villalaín, J.J. (2000): Paleolatitudes de la Placa Ibérica durante el Jurásico. En: *II Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. Resúmenes.
- Perrin, M., Prevot, M. y Mankinen, E.A. (1991): Low intensity of the Geomagnetic Field in Early Jurassic Time. *Journal of Geophysical Research*, 96 (9): 14197-14210.
- Schott, J.J., Montigny, R. y Thuizat, R. (1981): Paleomagnetism and potassium-argon age of the Messejana Dike (Portugal and Spain): angular limitation to the rotation of the Iberian Peninsula since the Middle Jurassic. *Earth and Planetary Science Letters*, 53: 457-470.
- Steiner, M.B., Ogg, J.G., Melendez, G. y Sequeiros, L. (1985): Jurassic magnetostratigraphy, 2. Middle-Late Oxfordian of Aguilón, Iberian Cordillera, northern Spain. *Earth and Planetary Science Letters*, 76: 151-166