

García-Gil, S. (1989): Tesis doctoral Universidad Complutense de Madrid (Inédita): 375 p.
 Hernando, S. (1977): *Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías*, 2: 1-408.
 Hernando, S. (1980): *Cuadernos de Geología Ibérica*, 6: 21-54.
 Pérez-Arlucea, M. (1985): Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid (Inédita): 322 p.

Ramos, A. (1979): *Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías*, 6: 313 p.
 Ramos, A.; Doubinger, J. (1979): *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 289: 525-527.
 Sánchez-Moya, Y.; Muñoz, A.; Ramos, A.; Sopeña, A. (1989): *Estudios Geológicos*, 45: 195-204.
 Sopeña, A. (1979): *Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías*, 5: 329.

Sopeña, A.; Virgili, C.; Arche, A.; Ramos, A.; Hernando, S. (1983): *Libro Jubilar J. M. Ríos. Geología de España*; Instituto Geológico y Minero de España; II: 47-61. Madrid.
 Turner, P.; Turner, A.; Ramos, A.; Sopeña, A. (1989): *Journal of The Geological Society of London*, 146: 61-76.

Recibido el 1 de octubre de 1991
 Aceptado el 25 de octubre de 1991

Magnetoestratigrafía y origen de la remanencia del Triásico en la Cordillera Ibérica

Magnetostratigraphy and origin of remanence of the Triassic in the Cordillera Ibérica

D. Rey (*); P. Turner (*) y A. Ramos (**)

(*) School of Earth Sciences, The University of Birmingham, Birmingham B15 2TT, Gran Bretaña.
 (**) Departamento de Estratigrafía. Fac. C. C. Geológicas. UCM. 28040 Madrid.

ABSTRACT

Detailed palaeomagnetic sampling has been made of two units of the Middle Triassic in the western Cordillera Ibérica in Central Spain. Thermal demagnetization reveals the preservation of characteristic Triassic remanence. A recent overprint is also present, but it is almost completely removed after 500°C. A magnetostratigraphic section was constructed based upon the isolated stable components related to the higher unblocking temperature.

Key words: *magnetostratigraphy, Triassic, Central Spain.*

Geogaceta, 11 (1992), 7-11.
 ISSN: 0213683X

Introducción

El estudio llevado a cabo, se ocupa de los materiales de la parte superior del Buntsandstein en el sector occidental de la Cordillera Ibérica (fig. 1). Se ha realizado un muestreo paleomagnético en dos unidades: Fm. Limos y Areniscas de Rillo, y la suprayacente abigarrados de Torete (Ramos, 1979). Estas unidades representan la evolución sedimentológica de un sistema fluvial distal a los ambientes sedimentarios en los que la influencia mareal marca el inicio de la transgresión del Tethys en el área (Muñoz *et al.*, in lit.). Los datos bioestratigráficos disponibles (polen) y el contexto paleogeográfico en el que se hallan indican una edad de Anisiense a Ladiniense para estas unidades.

La desimanación térmica de al menos dos especímenes por nivel investigado (intervalo de muestreo 1 m.), muestra la preservación de una remanencia

característica de edad triásica, una vez que las componentes de magnetización secundarias más recientes (asociadas a temperaturas de desbloqueo inferiores a los 400°C) son eliminadas.

La secuencia magnetoestratigráfica se construye a partir de las componentes aisladas asociadas a las temperaturas de desbloqueo más elevadas. Los resultados se discuten en términos de su correlación con la escala magnetoestratigráfica establecida (Turner *et al.*, 1988-89; 1989) y con otras secuencias magnetoestratigráficas establecidas en Laurasia y Norteamérica.

NRM y estructura de la remanencia

La medición del magnetismo natural remanente (NRM) pone de manifiesto la variabilidad existente entre las distintas series muestreadas. De-

pendiendo del grado de remagnetización que hayan sufrido, los horizontes en los que la imanación secundaria ha sido más importante se caracterizan por mostrar inclinaciones más profundas y una distribución direccional bastante aleatoria. En las zonas en las que la remanencia primaria ha sido mejor preservada, las direcciones del NRM se distribuyen a lo largo de un círculo mayor que se extiende en una posición intermedia entre la dirección del polo geomagnético actual y las direcciones triásicas predecibles.

Por cada horizonte muestreado se desimanaron térmicamente un mínimo de dos especímenes. La desimanación se realizó en intervalos de 50°C hasta alcanzar los 700°C. Durante este proceso se observaron cambios direccionales significativos, indicando una estructura compleja de la remanencia. El aislamiento de las componentes estables obtenidas durante la desimanación térmica se rea-

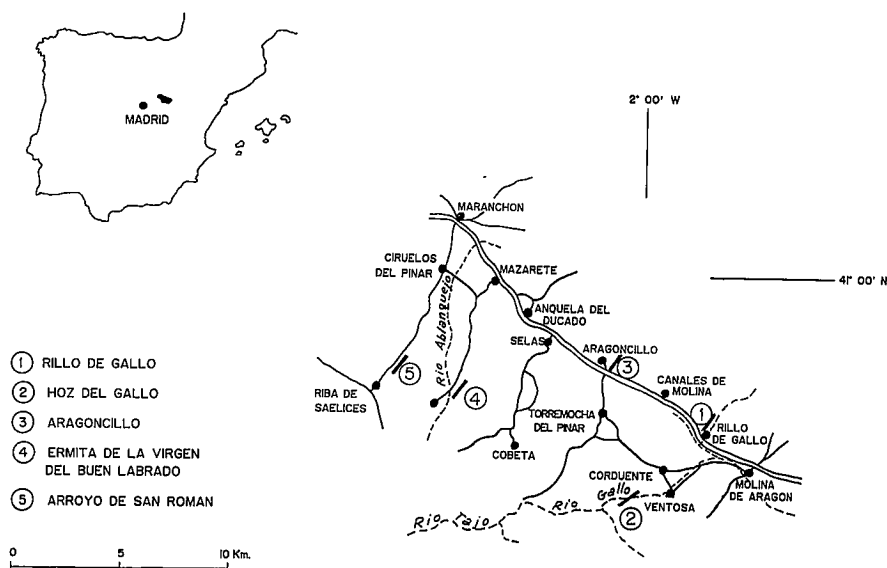


Fig. 1.—Situación geográfica de las columnas estudiadas.

Fig. 1.—Location map of the studied sections.

lizó siguiendo el método de componentes principales de Kirchvink (1980), en el que se investigan un mínimo de tres lecturas consecutivas en un intervalo restringido a 10° de linealidad. Esta técnica ha permitido el aislamiento de dos componentes estables:

a) Componentes profundas situadas cerca del DCGL (dirección del campo geomagnético local) asociadas a temperaturas de desbloqueo bajas. Son siempre positivas y se interpretan como componentes de magnetización secundaria recientes.

b) Componentes someras asociadas a temperaturas de desbloqueo altas. Pueden ser de polaridad normal o inversa, interpretándose como componentes de magnetización primaria de edad triásica.

En la mayoría de las muestras están presentes ambas componentes. Eventualmente una de ellas puede dominar la remanencia por completo.

Petrología de la fracción magnética y origen de la remanencia

Con el objetivo de determinar la mineralogía magnética de las muestras recogidas, se establecieron las curvas de magnetismo remanente isotérmico (IRM) de Dunlop (1970). Asimismo se estudiaron numerosas lám-

nas delgadas a través de microscopía de reflexión y transmisión.

El estudio microscópico revela la complejidad de las fases magnéticas. Estas forman parte tanto del esqueleto como de la matriz y del cemento, mostrando gran variedad de hábitos texturales.

El material magnético grueso aparece como granos discretos, relativamente redondeados, y que generalmente forman parte del esqueleto. Frecuentemente se concentra en láminas enriquecidas en minerales pesados. El hecho de que la granulometría de los opacos es ostensiblemente más fina que la de otros constituyentes del esqueleto (posiblemente debido a su tamaño de transporte hidrodinámico equivalente) y la presencia de lamelas de exolución de ilmenita en hematites (se forma a alta temperatura en la roca ígnea original) constituyen evidencias importantes del origen detrítico de estos granos.

Asimismo, se encuentra hematites como una fase pigmentaria microcristalina, íntimamente asociado con minerales de arcilla. Esta fase, muy abundante en las granulometrías más finas, es la principal responsable de la coloración rojiza del material en la roca.

Hematites de grano fino aparece como cristales aciculares, formando crecimientos autigénicos de otros granos o aislados en poros primarios.

También existe un cemento de tipo «pore-filling» tardío, rellenando la porosidad secundaria en las areniscas de grano más grueso. Son muy características texturas de reemplazamiento de biotita y de fragmentos de roca metamórfica, e incluso de ciertos cementos carbonáticos ricos en Fe, por hematites en gran variedad de hábitos texturales.

El hematites detrítico y los cementos tempranos de hematites pueden considerarse como portadores de la remanencia triásica original, en la forma de un magnetismo remanente deposicional (DRM) o de un magnetismo remanente posdeposicional (PDRM), o incluso en la forma de un magnetismo químico muy temprano (CRM). El aislamiento de componentes estables de magnetización de edad triásica asociadas a las temperaturas de desbloqueo altas, así lo indican.

La edad del pigmento y de los cementos de tipo «porefilling» es más difícil de establecer. El pigmento pudo haber tenido su origen en la transformación de óxidos e hidróxidos férricos durante una primera etapa de diagénesis temprana asociada a los primeros estadios del enterramiento. Durante el enterramiento más profundo la fracción más fina, al estar expuesta a temperaturas relativamente altas durante un período de tiempo prolongado, alcanzaría el estado superparamagnético borrando la componente original. Esta fracción sería remagnetizada durante el descenso de temperatura ocurrido durante la inversión tectónica de la cuenca y consecuentemente produciendo una magnetización remanente térmica parcial (PTRM) de edad más reciente, asociada a las temperaturas de desbloqueo más bajas. Las condiciones diagenéticas durante el enterramiento profundo, parecen haber favorecido la precipitación periódica de cristales aciculares de hematites. Por el contrario, la formación de cementos de «pore-filling» tardíos, está asociada a la penetración de aguas freáticas en la etapa terminal de la inversión tectónica de la cuenca, confiriendo una CRM reciente. Esta fase da lugar a la remagnetización de las areniscas de grano más grueso. En la mayoría de las muestras las componentes de imanación secundarias desaparecen durante la desimanación térmica.



Fig. 2.—Magnetoestratigrafía de la columna de Rillo de Gallo. N1 y N2: períodos de polaridad normal; R1 y R2: períodos de polaridad inversa. A: columna estratigráfica según Ramos (1979). B: localización de las muestras estudiadas.

Fig. 2.—Rillo de Gallo section magnetostratigraphy. N1 & N2: normal polarity; R1 & R2: reverse polarity. A: stratigraphic section after Ramos (1979). B: samples location.

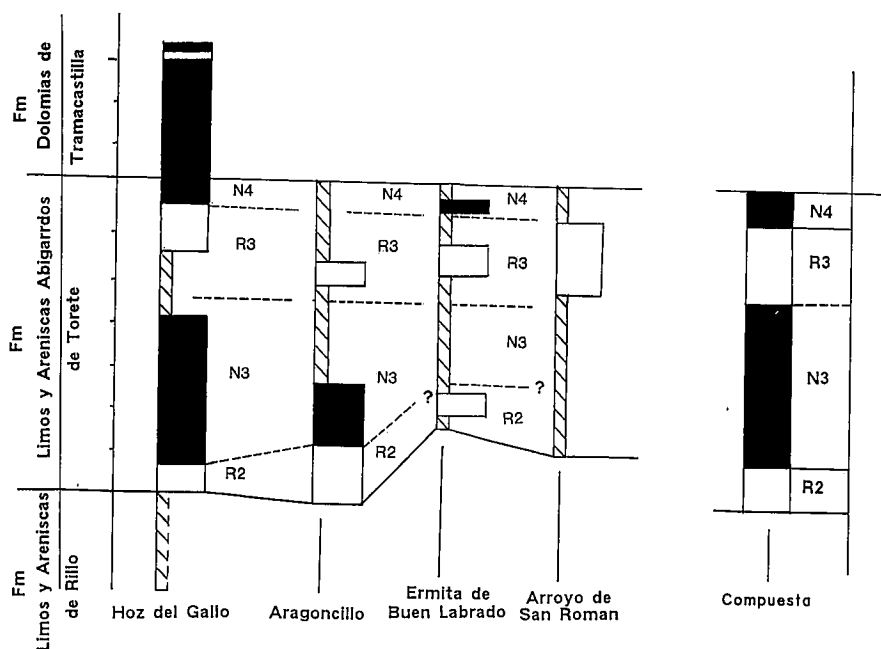


Fig. 3.—Magnetostratigrafía de la unidad Limos y Areniscas abigarrados de Torete. Localización de las columnas en la fig. 1.

Fig. 3.—Magnetostratigraphy of the Limos y Areniscas abigarrados de Torete Formation. For location see fig. 1.

Magnetostratigrafía

La combinación de técnicas paleomagnéticas con estudios petrográficos ha permitido establecer con cierta seguridad la preservación de la remanencia original de edad triásica en las series estudiadas, y que el hematites detrítico es la fase portadora de dicha remanencia. La edad de la remanencia original es próxima a la deposición del sedimento y consecuentemente permite el establecimiento de una magnetostratigrafía triásica.

La figura 2 muestra la posición estratigráfica de las muestras empleadas en el estudio magnetostratigráfico en relación con la columna de Rillo de Gallo establecida por Ramos (1979). Se hace notar que la magnetostratigrafía se basa en las componentes asociadas a las temperaturas de desbloqueo altas (por encima de los 450°C), que representan la remanencia triásica original. Las áreas sombreadas representan zonas en las que la remanencia primaria no ha sobrevivido la remagnetización holocena.

La polaridad de cada intervalo se determina proyectando los datos de

declinación e inclinación de cada muestra a su nivel estratigráfico correspondiente. Se observa la presencia de dos grupos de dirección antiparalela e inclinación de signo opuesto, representando los distintos períodos de polaridad normal e inversa. De esta manera pueden identificarse dos períodos de polaridad normal y dos períodos de polaridad inversa, nombrados como magnetozonas N1, N2 y R1 y R2, respectivamente.

El mismo procedimiento se aplica a las cuatro columnas muestreadas en la unidad suprayacente Fm Limos y Areniscas abigarrados de Torete, definida por Ramos (1979) en la zona y cuya correlación se presenta en la figura 3. El carácter más arenoso y grueso de numerosos niveles da lugar al desarrollo de importantes zonas remagnetizadas. No obstante, en base a los datos disponibles, es posible establecer una correlación y consecuentemente definir la estratigrafía magnética de la formación. La presencia de una magnetozona de polaridad inversa a la base de la columna es interpretada como la prolongación de la magnetozona R2 de la unidad suprayacente a estable-

cer dos períodos más de polaridad normal (N3, N4) y uno de polaridad inversa (R3).

Conclusiones

Las cinco columnas muestreadas cubren la mayor parte del Anisiense y Ladiniense cuya magnetostratigrafía se presenta en la figura 4. En esta figura se comparan los datos magnetostratigráficos obtenidos en este estudio con las columnas magnetostratigráficas de Laurasia y Norteamérica. La correlación es buena con la magnetostratigrafía propuesta por Steinner *et al.* (1989), en la que integra datos de Norteamérica con el Noreste de China. Sin embargo, se encuentran discrepancias significativas a nivel del Ladiniense con los datos de la Unión Soviética. Estos últimos han sido objeto de cierta polémica en los últimos años, siendo considerados como poco fiables a nivel del Triásico.

Resultados similares a los presentados en este estudio han sido obtenidos muy recientemente en el Colorado Plateau (USA) por Molina-Garza (comunicación personal) y, por tanto, hemos considerados oportuno incluirlos en la columna sintética de la figura 4, en la que se incorporan la mayoría de las referencias existentes de la magnetostratigrafía del Triásico. La edad de muchas de ellas se revisó en función de los datos cronostratigráficos actualizados, lo que permite establecer su posición en la escala geocronológica con mayor precisión.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por la DGICYT, Proyecto PB88-0070. Esta investigación se realizó cuando DR disfrutaba de una beca del PFPU (Ministerio de Educación).

Referencias

- Dunlop, D. J. (1970): *Ann. Geophys.*, 27, 269-293.
- Heller, F.; Lowrie, W.; Huamei, L. & Junda, W. (1988): *Earth Planet. Sci. Lett.*, 88, 348-356.
- Kirschvink, J. L. (1980): *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 62, 699-718.
- McIntosh, W. C., Hardgraves, R. B. & West, C. L. (1985): *Geol. Soc. Am. Bull.*, 94, 463-480.

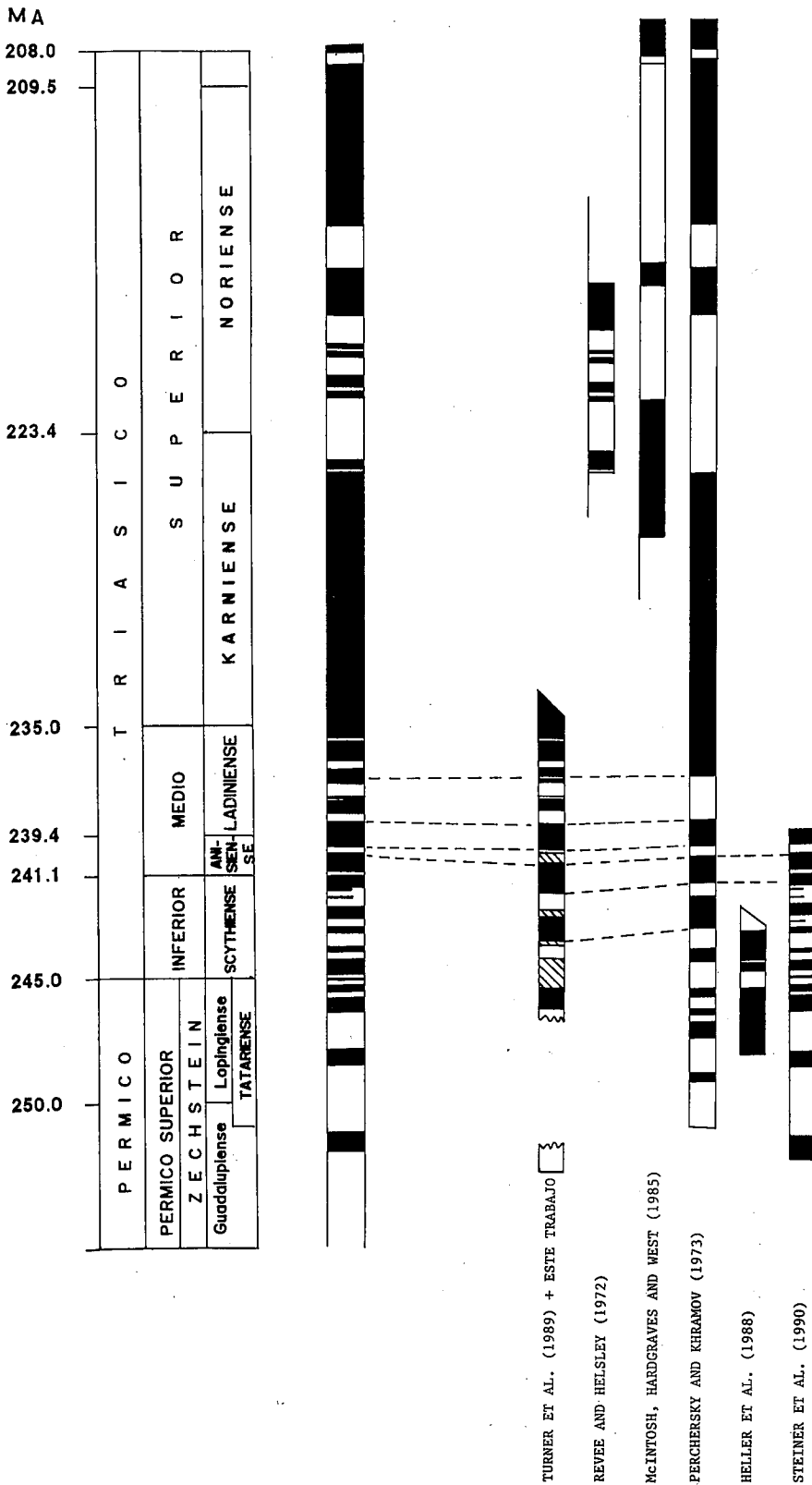


Fig. 4.—Correlación de la magnetoestratigrafía del Triásico en diversas áreas (Rey, Turner y Ramos, 1991). MA: millones de años.

Fig. 4.—Triassic magnetostratigraphy correlation chart (Rey, Turner & Ramos, 1991). MA: million of years.

Muñoz, A.; Sánchez-Moya, Y.; Ramos, A. y Sopeña, A. (1992): *Sedim. Geol.*, 75, 257-281.
 Perchersky, D. M. & Khramov, A. N. (1973): *Nature*, 244, 499-501.
 Ramos, A. (1979): *Seminarios de Estratigrafía, Serie Monografías*, 6: 313 p.
 Revee, S. C. & Helsey, C. E. (1972): *Geol. Soc. Am. Bull.*, 83: 3795-3812.
 Rey, D.; Turner, P. & Ramos, A. (1991): *IUGG General Assembly XX, Tethyan palaeomagnetism and tectonics, Symposium I.11*.
 Steiner, M. B.; Ogg, J. G.; Zhang, Z. & Sun, S. (1989): *J. Geophys. Res.*, 94, 7343-7363.
 Turner, P.; Turner, A.; Ramos, A. & Sopeña, A. (1988-1989): *Cuad. Geol. Iber.*, 12: 131-146.
 Turner, P.; Turner, A.; Ramos, A. & Sopeña, A. (1989): *Jr. Geol. Soc. London*, 146: 61-76.

Recibido el 1 de octubre de 1991
 Aceptado el 25 de octubre de 1991