

RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS EN TRAVERTINOS DEL SUR DE ESPAÑA Y SURESTE DE FRANCIA

por R. BAENA ESCUDERO*, F. DÍAZ DEL OLM*, J.J. DELANNOY** y J.-L. GUENDON***

RÉSUMÉ : L'étude paléomagnétique porte sur quatre formations travertineuses de chronologies variées, entre le Néogène et l'Holocène, d'Espagne et de France. Les résultats sont présentés sous la forme de magnétostratigraphies, micromagnétostratigraphies ou magnétosecuencias.

MOTS CLÉS : Paléomagnétisme, travertins, magnétosecuencias, Espagne, France.

I - INTRODUCCIÓN Y MÉTODO

Los travertinos y sus depósitos asociados constituyen formaciones correlativas de la evolución del geosistema kárstico estando por tanto sometidos a fases de crecimiento, cambios de facies, paralización e incluso destrucción, según sean las condiciones medioambientales del entorno favorables o no a su conformación. Desde este punto de vista, el estudio paleomagnético detallado de las secuencias y facies de diferentes edificios y conjuntos travertínicos permite, además de valorar los rasgos básicos de su conformación, establecer su cronología absoluta mediante la correlación de sus *magnetoestratigrafías*, *micro-magnetoestratigrafías* y *magnetosecuencias* con la Escala Temporal de Polaridad Geomagnética (GPTS) (R. BAENA, en este vol.).

En este trabajo se presentan algunos de los resultados obtenidos en cuatro travertinos del ámbito mediterráneo, localizados en el S de España (Puerto de los Martínez y Jorox en la Dorsal Bética, Málaga; y Constantina en las calizas de Ossa-Morena, Sierra Morena de Sevilla), y en el SE de Francia (Ombrière, Vercors). Para su análisis se han realizado 50 estaciones de muestreo paleomagnético, obteniéndose las muestras mediante un extractor de blandos y bloques orientados *in situ*. El estudio de la imantación remanente natural (NRM) se llevó a cabo en el Laboratorio de Paleomagnetismo Jaume Almera (CSIC, Barcelona, España), mediante el empleo de magnetómetros de giro y criogénico de tres ejes SQUID (modelos Molspin spinner y GM400 CCL), desmagnetizadores de alternancia de campo (Af) y térmico (Th) (Schonsted GSD-5 y TSD1 respectivamente) y un susceptómetro KLY-2.

II - RESULTADOS

1. Travertino del Puerto de los Martínez

Representa un conjunto morfológico de unos 30 m de potencia en posición actual de relieve inverso sobre el contacto geológico entre la dorsal y el Alpujarride. Constituido por facies carbonatadas meso y micro-cristalinas que le confieren aspecto masivo, presenta perforaciones de litófagos en su flanco oriental, fosilizadas a su vez por facies arenosas y conglomeráticas. Se trata de un travertino Neógeno, de cronología posterior al Aquitano-Burdigaliense y anterior a la superficie de erosión Messiniense causante de su inversión en el relieve (J.L. GUENDON *et al.*, en este vol.).

Realizado un análisis paleomagnético de 8 estaciones ubicadas en su pared oriental (Fig. 1), se obtuvieron muy bajas intensidades del NRM inicial (J0) con valores que descienden desde los 3,36 mA/m en la base hasta los 0,05 mA/m de la parte superior, estando el cuerpo central siempre por debajo de 1 mA/m. Los valores de susceptibilidad (K) se muestran igualmente mínimos con comportamiento diamagnético en el caso de las facies microcristalinas (mues-

* Departamento de Geografía Física y A. G. R.. Facultad de Geografía e Historia. M^o de Padilla s/n^o. Univ. de Sevilla, 41004 SEVILLA, ESPAÑA.

** CAGÉP - URA 903 CNRS et Institut de Géographie Alpine, 17 rue Maurice Gignoux 38031 GRENOBLE cedex, FRANCE.

*** CAGÉP - URA 903 CNRS, Institut de Géographie, Université de Provence, 29 av. Robert Schuman, 13621 AIX-EN-PROVENCE cedex 01, FRANCE.

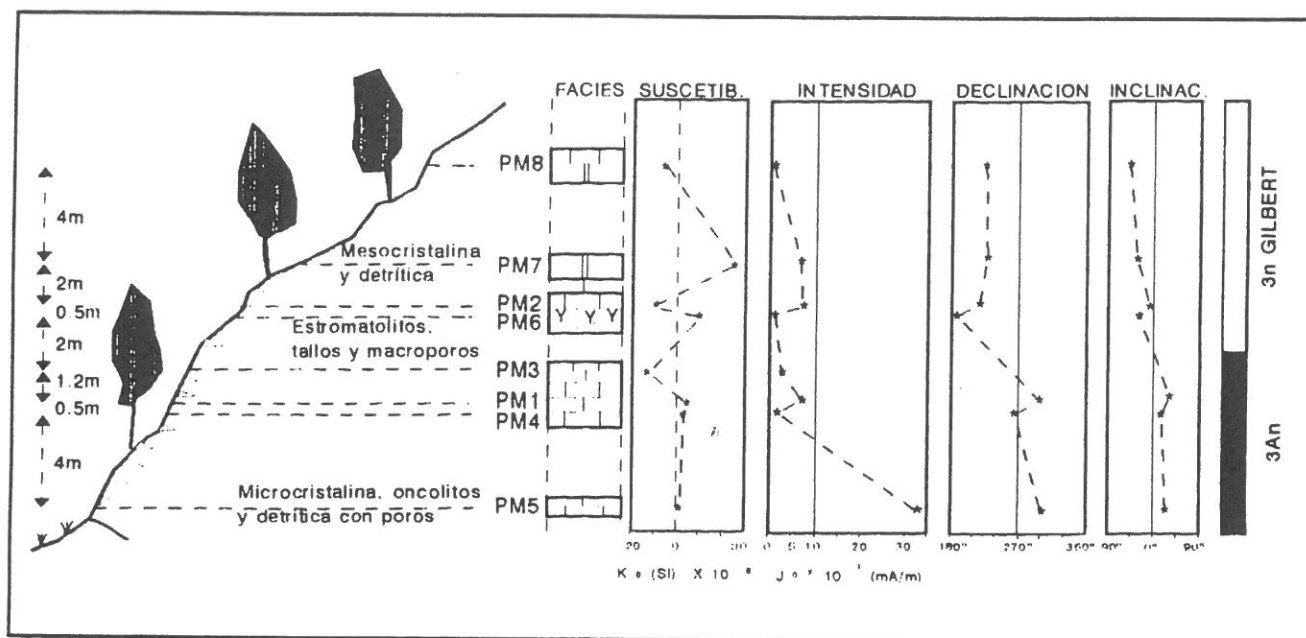


Figura 1 - Travertino del Puerto de los Martínez. Magnetoestratigrafía y facies.

tras PM3, 2 y 8) y muy débil contenido ferromagnético en las restantes, en relación con el aporte detrítico de sus facies. Desmagnetizadas térmicamente (PM4, 1, 3, 7 y 8) y mediante Af (PM5, 3 y 2) los resultados han sido de calidad en todas las muestras con $K > 0$, así como en la PM2 de resultado aceptable, revelando las gráficas de saturación térmica, la presencia de magnetita ($T_c = 580^\circ\text{C}$) como responsable de la señal magnética. A nivel de polaridad, ésta se concretizó en la presencia de una magnetozona normal para los 4,5 m inferiores y otra inversa en la parte superior, caracterizándose el cuerpo central próximo al tránsito por inclinaciones de muy bajo ángulo (I entre -9° y $8,5^\circ$). Este hecho, a la vista de su cronología Messino-Tortonense y su relación con la crisis de salinidad Messiniense (G. CLAUZON *et al.*, 1995), permitiría su correlación a nivel de GPTS con el tránsito entre el último episodio positivo del magnetocrono 3An y el comienzo de época inversa Gilbert (3r). Esto es, con cronología superior a los 5 M.a.

2. Travertinos Pleistocenos de Jorox

Integrados por cinco plataformas embutidas y escalonadas con más de 200 m de desnivel, en todas ellas la sedimentación comienza con facies aluviales que progresan hacia otras carbonatadas. Desde la más antigua a la más reciente, la secuencia geomorfológica y de facies muestra un desarrollo interrumpido por fases de incisión de desigual envergadura: la superior integra un medio aluvial en su base sobremontado por fangos carbonatados que finalmente a techo adquieren aspecto masivo y muy concrecionado con intensa karstificación; por debajo, en la segunda, dominan las facies carbonatadas algas y de cascada, ambas igualmente concrecionadas y karstificadas, y con cronologías U/Th siempre $> 350\ 000$ BP, apuntando las relaciones isotópicas $^{234/238}\text{U} > 1$ a edades $> 1\text{M.a.}$; por su parte la tercera y cuarta plataformas, repitiendo el detrítico de base, la primera pasa a carbonatos vacuolares endurecidos de cronología $> 350\ 000$ BP mientras que la segunda lo hace a facies de musgos y tallos de edad U/Th = $116\ 000$ BP; finalmente la última plataforma repite el modelo detrítico-carbonatado, representando el Tardiglacial-Holoceno (J.J. DELANNOY *et al.*, 1993; J.J. DELANNOY *et al.*, en este vol.).

La magnetosecuencia establecida a partir de 10 estaciones de muestreo ubicadas en la totalidad de las plataformas (Fig. 2), puso de manifiesto valores de J entre 0,12 y 14,5 mA/m, correspondiendo los más elevados a las facies de finos del techo de los depósitos aluviales (J13, 15, 16 y 18) debido a la presencia de granos ferromagnéticos de alta coercividad (posiblemente titano-magnetita o titano-hematites?) (K entre 216 y 422×10^{-6} SI), mientras que las muestras correspondientes a espeleotemas de la plataforma superior (J11 y 12) y las facies de tallos y musgos de la cuarta plataforma (J17), presentan caracteres paramagnéticos con goethita y sulfuros de hierro (pirrotita) como minerales característicos, lo que impone a sus curvas termomagnéticas un incremento entre los $225\text{-}300^\circ\text{C}$, y una rápida saturación a partir de los 320°C como temperatura de Curie (T_c). A nivel de paleodirecciones, los resultados obtenidos son bastante buenos tanto en el caso de las muestras ferromagnéticas de mayor intensidad, como también en las diamagnéticas, aportando siempre polaridades normales a excepción de la correspondiente a la plataforma superior de polaridad inversa (J13), lo que pudiera ser correlacionado con época normal Brunhes en el caso de las tres plataformas inferiores y con

época inversa Matuyama, evento Jaramillo (1r.1n), en el caso de la segunda; e inversa anterior a éste en el caso de la más antigua (1r.2r).

3. Travertino de Constantina

En plena Sierra Morena su desarrollo conforma un edificio escalonado de unos 25 m de potencia integrado por facies de tallos y musgos con bolsadas de gravas y gravillas, limos e intercalaciones de carbonatos laminados, y actualmente incidido por el arroyo de la Villa. Establecida la datación U/Th de su plataforma intermedia, sobre laminaciones de calcita en bolas a techo de una oquedad en las facies de cascada del travertino, en 52 100 BP, se ha procedido al análisis paleomagnético de las mismas obteniendo intensidades entre 0,5 y 3,5 mA/m, con diferencias de J de más de 2 mA/m a favor del espécimen obtenido de la parte central (CT1B.C) respecto al del exterior (CT1B.E). En ambos casos, los diagramas ortogonales resultantes de la desmagnetización por Af se muestran idénticos y de excelente calidad, mostrando una componente de alta coercividad inversa que pudiera correlacionarse con el evento Laschamp (42 000 ± 10 000 BP). En otra plataforma de cronología Holoceno integrada por depósitos limo-arcillosos de aspecto masivo, se registran intensidades del orden de los 0,08 a 0,8 mA/m para las cuatro estaciones controladas (Fig. 3), separadas entre 20 y 30 cm unas de otras (CTP1, 2, 3 y 4), siempre para valores de K > 0 (de 2 a 12,6 x 10⁻⁶ u SI). Desmagnetizadas mediante Af y medidas en el magnetómetro criogénico, todos los resultados muestran una gran calidad, siendo siempre positivos (Brunhes) y marcando con sus paleodirecciones una deriva secular de 72° en 220 años desde rumbos N6° E a N66° W.

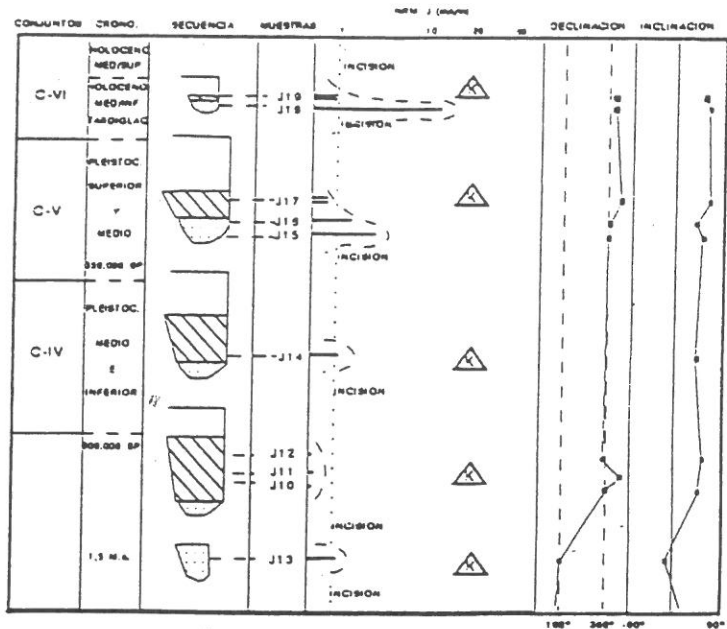


Figura 2 - Travertinos de Jorox. Magnetosecuencia, fases de karstificación e incisión.

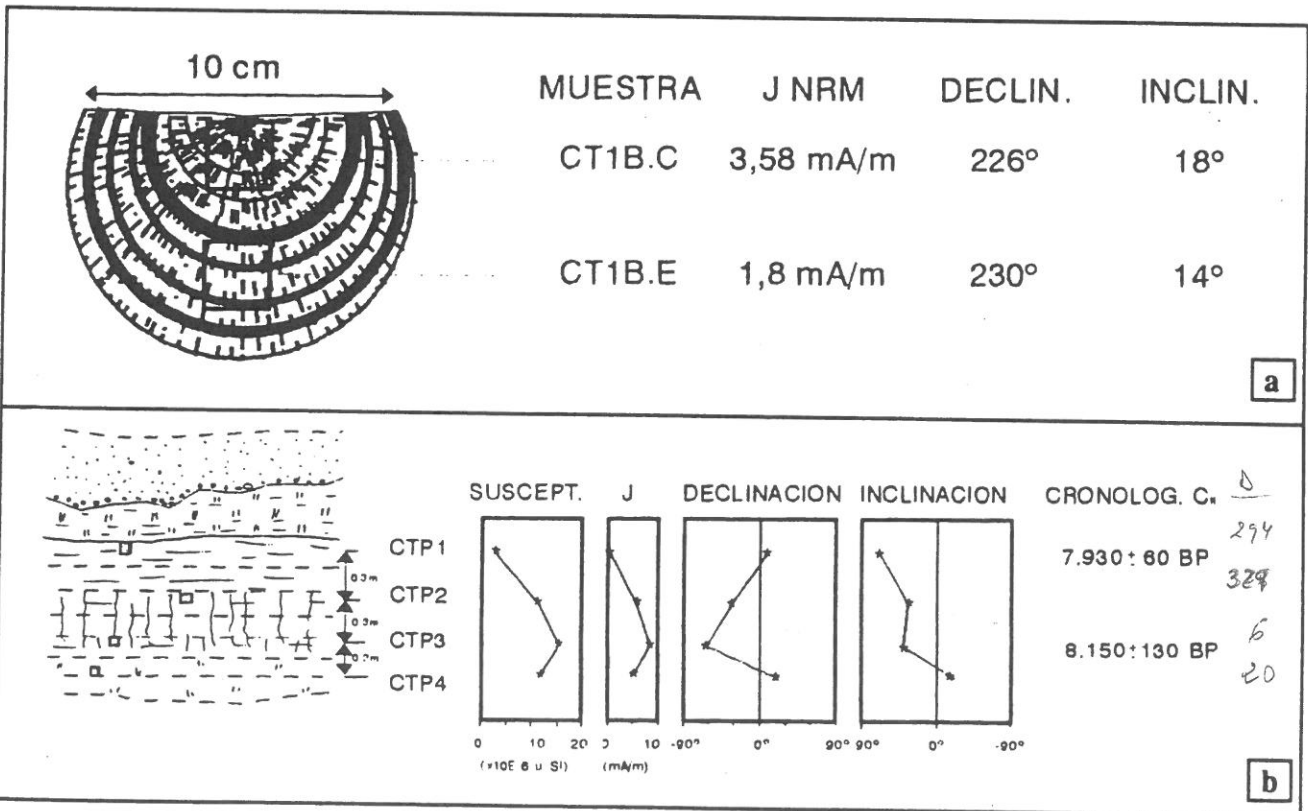


Figura 3 - a. Componentes magnéticos (NRM, D e I) de una muestra de 10 cm en facies de cascada. b. Micromagnetoestratigrafía de un cuerpo sedimentario de limos arcillosos en la Unidad Intermedia.

4. Travertino Le Moulin-la-Pipe de Ombrière (Vercors Sur).

Situado en la vertiente occidental de la garganta de Ombrière, corresponde a un tufs de surgencia no funcional de cronología Holoceno. El análisis paleomagnético de 4 estaciones sobre facies ritmicas de estromatolitos con matriz arenosa y carbonatos blanquecinos superpuestas al tufs de musgos que constituye el muro del cuerpo inferior (Fig. 4), arroja las intensidades más pequeñas detectadas en travertinos (J entre 0,004 y 0,02 mA/m) para muestras siempre diamagnéticas (K entre $-15,5$ y $-11,3 \times 10^{-6}$ u SI) debido a los cristales de dolomita. Los altos errores obtenidos con el magnetómetro criogénico, la disparidad de la J_0 de especímenes de una misma muestra y lo errático de los diagramas de desmagnetización por Af, denotan la anisotropía del material que, no obstante, puede interpretarse como normal.

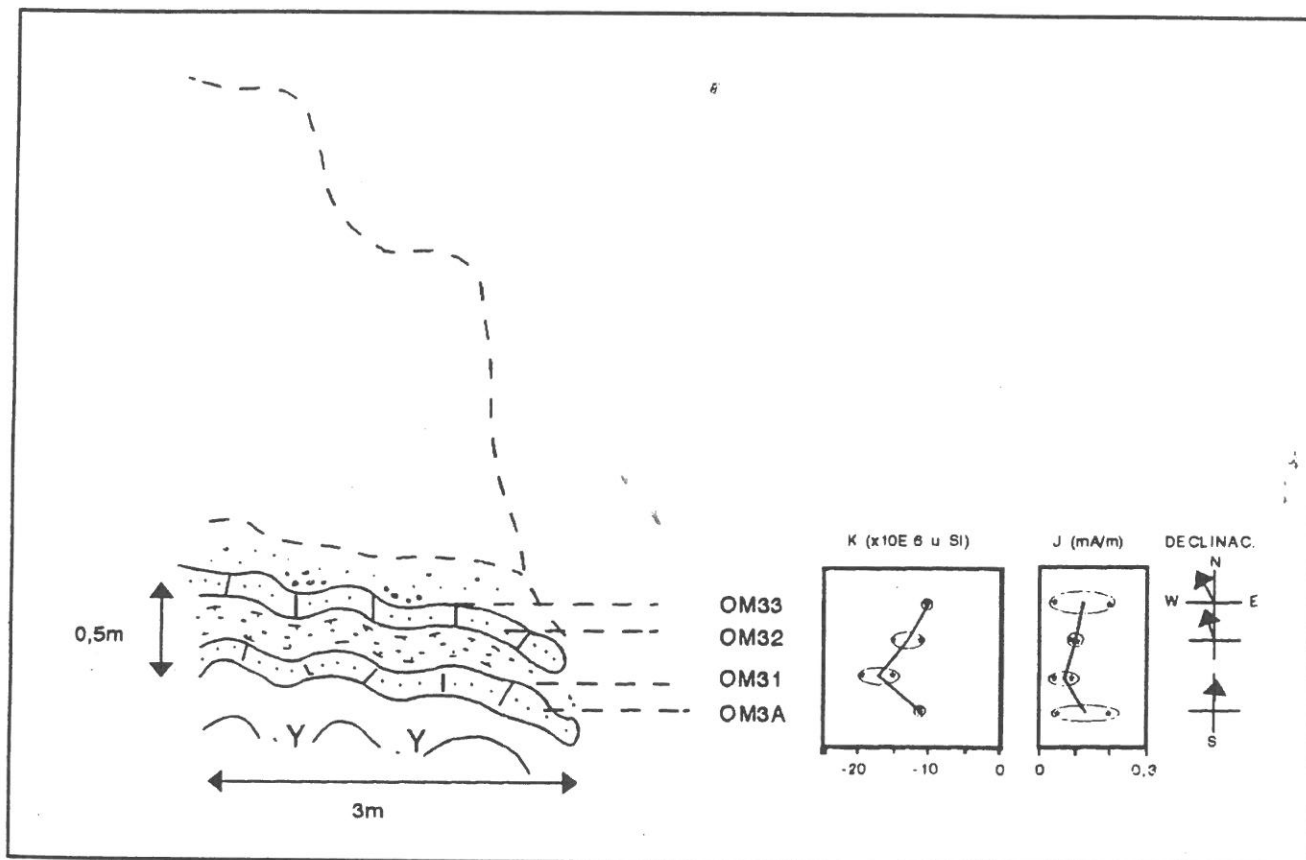


Figura 4 - Travertino de Ombrière.
Micromagnetostratigrafía sobre facies estromatolíticas con cristales de dolomita en la Unidad Inferior.

AGRADECIMIENTOS

A los Drs. J. M^º. Parés y J. Dinarés, Laboratorio de Paleomagnetismo Jaime Almera, (CSIC, Barcelona, España). Este trabajo es una contribución al Programa Picasso (1995-96) (Acciones InteadREAs, 289B y 316B) y a los Proyectos DGICYT PS93-0105, UR93-0098 y UR95-0073.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLAUZON G., SUC J.P., GAUTIER F., BERGER A. et LOUTRE M.F. - 1995. Alternate interpretation of the Messinian Salinity crisis : controversy resolved ? *Geology*, 24, 4 : 363-366.
- DELANNOY J.J., GUENDON J.L., QUINIF Y. et ROIRON P. - 1993. Formaciones travertínicas del piedemonte mediterráneo de la Serranía de Ronda (Málaga). *Cuadernos de Geografía*, 54 : 189-222.