

explain the M/U Jurassic boundary events. We started with search for evidence for volcanic, especially subaqueous volcanic activity (Meléndez *et al.*, 1983) in order to explain subaqueous corrosion recorded in the Iberian Chain. These studies subsequently revealed a very strong geochemical anomaly, including PGE (platinum group elements), and a very high concentration of spherules interpreted as coming from ablation of cosmic body or bodies, as well as a short-lasting but fairly intense phase of block movements and volcanic and hydrothermal activity (Brochwicz-Lewinski *et al.*, 1984, 1985, 1986). That is why we decided to put forward a hypothesis that this phase of block movements and volcanic and hydrothermal activity *could have been triggered* by an impact of one or more

cosmic bodies and the other phenomena recorded at that boundary may be after-effects of such impact.

As far as points are concerned:-

1) It is very interesting to hear that our stromatolites seem identical to those known from the Betic Ranges. Our stromatolites were shown by W. E. Krumbein (see Brochwicz-Lewinski *et al.*, 1985, 1986) to be of a specific group of Fe-Mn bacterial-fungal stromatolites developing in proximity of hydrotherms only. Such interpretation was further supported by M. Fedonkin, who also regards them as surprisingly close to the Precambrian ones. This also explains why the stromatolites are found within corrosional pockets (Iberian Chain sections or even within fractures inside an ammonite shell, material from Polish Jurassic) as orga-

nisms forming them were aphotic. So we are deeply interested in studying the material from the Betic Ranges. On the other hand, the size of material deposited in time of formation of stromatolites speaks rather against pelagic conditions (in sections from the Czestochowa area, S Poland, we found pebbles over 20 cm in size).

2) As we state above, the major phase of block movements was really short-lasting and here we agree with Marchand (1984) that its time interval was narrower than a single ammonite zone (Q. lamberti). Nevertheless, its effects are traceable as far from the Alpine region as England and Central and Viking grabens in the North Sea. Studies in other continents should give more information on that highly important question.

Ignimbritas paleógenas en Mallorca (islas Baleares)

M. Alvaro López. C.G.S. San Roque, 3-5. 28220 Majadahonda (Madrid).

P. del Olmo Zamora C.G.S. San Roque, 3-5. 28220 Majadahonda (Madrid).

M. J. Aguilar Tomás. C.G.S. San Roque, 3-5. 28220 Majadahonda (Madrid).

ABSTRACT

An ignimbritic sheet interlayered in Paleogene (Oligo-Miocene?) continental deposits in the Northern Ranges of Majorca is made up of rhyolites and K-rich rhyolites, of presumed calc-alkaline origin. This volcanic activity is interpreted in the framework of an active margin with development of marginal basins during Tertiary times in the Western Mediterranean, in accordance with pre-established models.

Alvaro, M.; Del Olmo, P., y Aguilar Tomás, M. J. (1987): Ignimbritas paleógenas en Mallorca. *Geogaceta*, 2, 7-9.

Key words: *Ignimbrite, Paleogene, Balearic Island, Rhyolites, Active Margin.*

Contexto regional

Las manifestaciones volcánicas cenozoicas son abundantes en el Mediterráneo occidental tanto en el dominio continental como en el marino. En Mallorca, hasta el momento, sólo se conocían con precisión rocas volcánicas de edad triásica (Navidad y Alvaro, 1985), aunque en el dominio marino se han descrito vulcanitas terciarias (Hinz, 1973). En esta nota se describen por vez primera materiales volcánicos en el Terciario preorogénico de la Sierra Norte. El origen y la edad de estas rocas ya fue señalado por Fallot.

Las rocas volcánicas estudiadas cons-

tituyen un nivel interstratificado en los depósitos continentales paleógenos situados bajo el *klippe* de L'Ofre, en el sector central de la Sierra Norte mallorquina (Alvaro *et al.*, 1981). Están intercaladas en el tercio inferior de la serie, y no bajo ellas como indicaba Fallot (1922).

El Paleógeno, que se apoya discordantemente sobre el Jurásico, está constituido por conglomerados canalizados, areniscas, arcillas margas y calizas lacustres con ostrácodos y algas. Corresponden a depósitos de abanicos aluviales. Su edad se ha establecido por correlación con otros depósitos continentales similares de la Sierra Norte, que se apoyan sobre un

nivel marino del Eoceno superior-Oligoceno inferior y son más antiguos que la unidad basal marina del Burdigaliense. Una edad Oligoceno superior y/o Aquitaniense es probable, y además acorde con la de las numerosas manifestaciones volcánicas del Mediterráneo occidental (Wezel, 1977). Los materiales paleógenos de la Sierra Norte son anteriores a la estructuración en mantos, que se emplazan fundamentalmente durante el Mioceno inferior.

Los materiales volcánicos

El nivel volcánico tiene unos ocho metros de espesor. Está formado por

una roca masiva de color gris o verde, bastante alterada en superficie. A simple vista presenta algunos fragmentos vítreos, vacuolas y zonas con laminación de flujo. Corresponde a un manto ignimbrítico, posiblemente a su parte distal, emplazado sobre sedimentos fluviales. El centro de emisión debería estar situado hacia el NO, en el marco montañoso que alimentaba los abanicos aluviales, pues no se han encontrado centros de emisión ni rocas volcánicas terciarias en el sector central de la isla.

Las veinte muestras de ignimbritas estudiadas no han revelado variaciones composicionales o texturales a lo largo del afloramiento o de muro o techo del manto. Petrográficamente son tobas vítreas soldadas de textura vitroclástica constituidas por fenocristales de plagioclasas, sanidina y cuarzo y vidrio.

Los fenocristales constituyen el 5 a 10% de la roca. Las plagioclasas aparecen como cristales idiomorfos sencillos, en maclas polisintéticas, y con zonados mal formados, frecuentemente fragmentados. Su tamaño máximo es de 1,5 a 2 mm y su composición es de oligoclasa (An₂₀). Los fenocristales de sanidina se presentan como cristales idiomorfos de individuos sencillos y maclas de Carlsbad, de hasta 2 mm de largo. El cuarzo es escaso, apareciendo en fragmentos angulosos y subredondeados, a veces corroídos. Ocasionalmente hay minerales opacos

y algún circón, dispersos en la matriz o como inclusiones en las plagioclasas.

El resto de la roca está constituido por fragmentos de vidrio y una pasta formada por vidrio muy fino que engloba a ellos y a los fenocristales. La mayoría de los fragmentos vítreos son transparentes y de morfología variada: tabulares, aciculares, curvados, con facetas cóncavas y en forma de Y, con un tamaño medio de 200 micras. La orientación paralela de los fragmentos confiere a la roca una textura fluidal.

Los tres análisis químicos de elementos mayores y algunos menores de las rocas que tienen menor grado de alteración (tabla 1) presentan una elevada proporción de agua, lo que indica que los procesos de alteración, con posible pérdida de Ca y Na y aumento de la tendencia hiperalumínica, han sido importantes. Este tipo de rocas sufren durante la diagénesis una hidratación importante, así como modificaciones químicas que aconsejan ser cautos al considerar la naturaleza del magma original (Fisher y Schmincke, 1978). En las columnas 4, 5 y 6 de la tabla 1 se presentan los análisis químicos efectuados recalculados sin agua.

Los análisis químicos presentan un contenido en sílice y álcalis que indican que se trata de rocas de composición riolítica: Riolitas según la clasificación T.A.S. (Brandle *et al.*, 1984), riolitas potásicas según la de López Ruiz y Badiola (1980).

Interpretación y contexto geodinámico

Las características de las rocas volcánicas paleógenas de Mallorca permiten interpretarlas como pertenecientes a la serie calcoalcalina, características de márgenes continentales activos. El contexto regional con importantes manifestaciones volcánicas durante esta época es acorde con esta interpretación (Wezel, 1977; Cohen, 1980; Bellon *et al.*, 1977).

En trabajos anteriores (Alvaro *et al.*, 1984a y 1984b) hemos propuesto un modelo evolutivo para Mallorca durante el Paleógeno y Neógeno inferior en el marco de un margen activo, con un plano de subducción buzando hacia el norte que origina la apertura de cuencas marginales (golfo de Valencia, cuenca Norbaleare y Provenzal) y la deriva de bloques continentales (Promontorio Balear, Bloque Corso-Sardo), con formación de fosas y vulcanismo calcoalcalino. El bloque de la subducción estuvo marcado por la estructuración mediante cinturones de cabalgamientos en las zonas externas. Este modelo es acorde con el propuesto por otros autores para el Mediterráneo occidental (Biju-Duval *et al.*, 1978; Banda y Channel, 1979).

Las ignimbritas paleógenas (Oligoquitanienses?) de Mallorca descritas en este trabajo encajan en este modelo y lo refuerzan, completando el cuadro de las manifestaciones vol-

Tabla 1.—Análisis químicos

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	67,11	70,59	69,77	72,99	74,98	74,30	69,15	74,09
TiO ₂	0,46	0,24	0,28	0,50	0,25	0,30	0,32	0,35
Al ₂ O ₃	12,09	12,38	12,34	13,15	13,15	13,14	12,27	13,15
Fe ₂ O ₃	0,79	0,89	0,79	0,86	0,94	0,84	0,82	0,88
FeO	0,99	0,78	0,93	1,07	0,83	0,99	0,90	0,96
MgO	0,37	0,30	0,46	0,40	0,31	0,49	0,37	0,40
MnO	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
CaO	1,08	0,93	0,84	1,17	0,99	0,89	0,95	1,02
NaO	2,68	2,33	2,89	2,91	2,47	3,08	2,63	2,82
K ₂ O	4,88	4,54	4,68	5,30	4,82	4,98	4,70	5,03
P ₂ O ₅	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04
H ₂ O	8,77	6,22	6,50	—	—	—	7,16	—
Total	99,29	99,27	99,54	—	—	—	99,33	—
Rb	265	281	281	—	—	—	275	—
Sr	42	56	43	—	—	—	47	—
Ba	327	218	507	—	—	—	350	—
Li	31	21	33	—	—	—	28	—

1, 2, 3: Análisis ignimbritas paleógenas.—4, 5, 6: Análisis recalculados sin agua.—7: Media de los tres análisis.—8: Media de los tres análisis.—Analista: F. Bea.

cánicas calcoalcalinas de esta edad en el Mediterráneo Occidental (20 m. a. en el Golfo de Valencia (Ryan *et al.*, 1973) y 29-13 m. a. en Cerdeña (Bellon *et al.*, 1977).

Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto «Mapa Geológico a escala 1:200.000 de las islas de Mallorca y Cabrera», del IGME. Agradecemos a dicho organismo y a Antonio Barnolas la autorización para su publicación.

Referencias

- Alvaro, M.; Del Olmo, P.; Batlle, A., y Ramírez, J. (en prensa): *Mapa Geológico a escala 1:50.000 (MAGNA) de la Hoja (30-26). Sóller. IGME.*
- Alvaro, M.; Barnolas, A.; Del Olmo, P.; Ramírez del Pozo, J., y Simó, A. (1984a): *Bol. Geol. Min.*, 95, 3-25.
- Alvaro, M.; Barnolas, A.; Del Olmo, P.; Ramírez del Pozo, J., y Simó, A. (1984b): *I Congr. Esp. Geol.*, I, 1-10.
- Banda, E. y Channell, J. E. T. (1979): *Estudios Geol.*, 35, 5-14.
- Bellon, H.; Coulon, Ch., y Edel, J. B. (1977): *Bull. Soc. Geol. France.*, 29, 825-831.
- Biju-Duval, B.; Letouzey, J., y Montadert, L. (1978): *AAPG Mem.*, 29, 293-317.
- Brändle, J. L.; Ancochea, E., y Muñoz, M. (1984): *I Congr. Esp. Geol.*, II, 63-81.
- Cohen, C. R. (1980): *Tectonophysics*, 68, 283-311.
- Fallot, P. (1922): *Etude geologique de la Sierra de Majorque (Islas Baleares)*. Tesis Doct. Univ. Paris y Lieja.
- Fisher, R. V. y Schmincke, H. (1978): En: Girod *et al.*, (1978): *Les Roches Volcaniques*, 239 pp. Doin Edit. Paris. (Cap. 7 Les ignimbrites).
- Hinz, K. (1973): *Tectonophysics*, 20, 295-302.
- López Ruiz, J. y Rodríguez-Badiola, E. (1980): *Estudios Geol.*, 36, 5-64.
- Navidad, M. y Alvaro, M. (1984): *Bol. Geol. Min.*, 96, 10-22.
- Ryan, W. B. F.; Hsü, K. J.; Nesteroff, W. D.; Pautot, G.; Wezel, W. C.; Lort, J. M.; Cita, M. B.; Mayne, W.; Stradner, H., y Dumitrica, P. (1973): En: *Rep. D. S. D.P.*, 13.
- Wezel, F. C. (1977): En: *Intern. Symp. Struct. History Mediterr. Basins*, oct. 1976, Edit. Technip. Paris 1977.

Recibido el 10 de febrero de 1987
Aceptado el 17 de febrero de 1987

Presencia de rinoceronte en la fauna de Cueva Millán (Burgos)

E. Cerdeño. Museo Nacional de Ciencias Naturales. José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid.

ABSTRACT

The last digging in the Pleistocene site of Cueva Millán (Burgos) has showed the presence of Rhinocerotidae among its fauna. The finding consists of a left maxilar fragment with P³-M³, determined by comparative study as Dicerorhinus hemitoechus. It shows analogies with the Spanish material from Las Majolicas (Granada), Vaciamadrid (Madrid) and Atapuerca (Burgos).

Cerdeño, E. (1987): Presencia de rinoceronte en la fauna de Cueva Millán (Burgos). *Geogaceta*, 2, 9-10.

Key words: *Rhinocerotidae, Dicerorhinus hemitoechus, Cueva Millán, Upper Pleistocene, Spain.*

Cueva Millán es un yacimiento del Pleistoceno Superior en el que se han identificado diversos niveles de ocupación humana, donde los restos de industria lítica aparecen acompañados de abundante fauna. Las excavaciones sistemáticas realizadas durante varios años han proporcionado un material faunístico muy numeroso sin que hubiera aparecido ningún resto de rinoceronte hasta la última campaña de julio de 1986 (dicho resto ha sido puesto a disposición de la autora por E. García-Soto para su estudio).

El hallazgo consiste en un fragmento de maxilar izquierdo con la serie P³-M³ (fig. 1), dientes que, aun-

que fracturados, aparecen bastante completos. La conservación relativamente buena del ejemplar se debe, sin duda, a que quedaría protegido por el encostramiento calizo que se encontraba sobre él, lo que también explicaría la ausencia de otros restos de animal. Apareció en el nivel arqueológico 1.a (2) y a su alrededor se encontró un gran número de instrumentos líticos correspondientes a la cultura Musteriense. Dicho nivel ha sido datado en 37.600 ± 700 años (Moure y García-Soto, 1982).

Las características de los dientes son: esmalte algo rugoso, gruesa capa de cemento en valles y paredes del

diente, premolares con gancho doble y crista, molares con fuerte gancho simple pero con el extremo bifurcado en M₂ y M₃, crista desarrollada en M₁, antiganchos en M₂ y apenas marcado en M₁, pliegue del paracono fuerte en todos los dientes; convexidad del mesostilo marcada; ausencia de cíngulos labial y lingual.

Tanto por sus caracteres morfológicos como por su talla se asemejan a los restos dentarios de *Dicerorhinus hemitoechus* de otros yacimientos españoles del Pleistoceno. En Las Majolicas (Granada) (inédito), el parastilo es un poco más saliente y la anchura es algo menor. En Vaciamadrid (Ar-