

«MUD-MOUNDS» EN SEDIMENTOS LACUSTRES SOMEROS DEL MIOCENO MEDIO DE LA CUENCA DE MADRID

J. P. Calvo (*), M. Hoyos (**) y M.^a A. García del Cura (***)

RESUMEN

Diversos edificios carbonáticos de carácter no tobáceo han sido reconocidos en sucesiones continentales correspondientes al Mioceno medio de la cuenca de Madrid. La asociación de facies en todos los casos observados conduce a caracterizar dichos edificios como propios de ambientes palustres o lacustres muy someros. Se describe en detalle la morfología y estructura interna de estos cuerpos cuyo núcleo aparece constituido por un espeso entramado de raíces con ciertas peculiaridades en sus rellenos. Distintas subfacies: núcleo, discontinuidades internas, corteza externa, brechas locales en los flancos, ..., han sido distinguidas, sirviendo de base para la propuesta de un modelo de desarrollo en estadios sucesivos de los edificios, integrables bajo el término de "mud-mounds" en ambiente continental.

PALABRAS CLAVE: Edificios carbonáticos, Rizolitos, Ambiente lacustre, Sedimentación continental, Mioceno, Cuenca de Madrid.

ABSTRACT

Several non-tuffaceous carbonate buildups have been recognized in middle Miocene sediments of the Madrid Basin. Facies associations lead to conclude that carbonate buildups developed in shallow lacustrine areas. Detailed morphology and internal structure of the buildups are shown. A dense, sometimes discontinuous, rhizolith network is displayed in the mud-mound cores whereas surficial desiccated crusts are commonly observed in the outer part. Small wedge-clastic breccias from eroded flanks of the buildups have been locally distinguished as well. Mud-mound growth took place through successive stages controlled by lake level oscillations.

KEY WORDS: Carbonate buildups, Rhizoliths, Lacustrine environment, Continental sedimentation, Miocene, Madrid Basin.

Introducción

Durante la realización de un trabajo anterior (Calvo *et al.*, 1983, 1984) sobre las características sedimentológicas de la Unidad Intermedia del Mioceno al sur de Madrid, fueron reconocidos varios niveles en los que, de forma discontinua, se observaron cuerpos carbonáticos definidos por superficies superiores de geometría alabeada. Dicha geometría de conjunto viene condicionada por la forma convexa a techo de cuerpos carbonáticos simples, interpretables como edificios («buildups»), que se presentan lateralmente a lo largo de áreas relativamente amplias. La particularidad sedimentológica de estos cuerpos, no debidos a acumulación tobácea ni

a crecimiento algal, en depósitos continentales, es evidente, no habiendo sido señalados previamente en el Mioceno de la cuenca de Madrid. En el presente trabajo se realiza un estudio detallado de estos cuerpos carbonáticos, con énfasis en sus características de facies a meso y microescala y en sus relaciones secuenciales.

Encuadre geológico

Los depósitos estudiados se localizan entre sedimentos lutíticos y carbonáticos correspondientes a la Unidad Intermedia del Mioceno (Alberdi *et al.*, 1983; Junco y Calvo, 1985; Hoyos *et al.*, 1985) en

(*) Departamento de Petrología. Facultad de Geología. Universidad Complutense. Ciudad Univ., 28040 Madrid.
(**) Museo Nacional de Ciencias Naturales.
(***) Instituto de Geología Económica. C.S.I.C.

el área noroeste de la cuenca de Madrid. Al sur de Madrid capital esta Unidad, de edad Mioceno medio (Aragoniense medio y superior), está constituida por una sucesión de unos 50 metros de espesor con alternancias de lutitas y carbonatos (Calvo *et al.*, 1984) que se disponen en contacto neto sobre los depósitos evaporíticos correspondientes a la Unidad inferior del Mioceno. Las observaciones realizadas en este trabajo se refieren principalmente a la sección situada a la base del Cerro del Telégrafo, aunque también han sido reconocidos los mencionados cuerpos carbonáticos en las proximidades de la Estación de O'Donnell, así como en el área del Cerro de la Granja, próximo a Loeches. La situación de estos puntos aparece señalada en la figura 1.

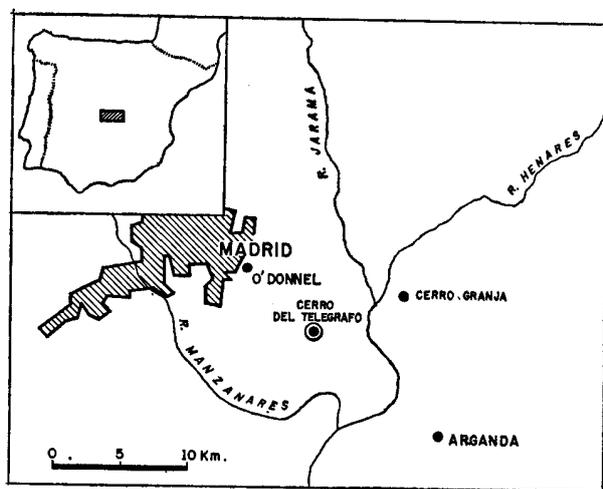


Fig. 1.—Localización de los afloramientos miocenos con estructuras de "mud-mounds" citados en el texto.

En las proximidades del Cerro del Telégrafo la parte inferior de la sucesión correspondiente a la Unidad Intermedia ha podido ser estudiada en detalle gracias a diversas obras de cimentación realizadas en este área. La sección aflorante supera escasamente los 25 metros de espesor (fig. 2), es decir, aproximadamente la mitad del total de la sucesión hasta el techo del Cerro del Telégrafo. Es de señalar en cualquier caso el rápido deterioro de los afloramientos, tanto por meteorización como por la expansión de las obras antes señaladas, de forma que en la actualidad varios de los niveles, y concretamente el nivel con los edificios carbonáticos, presentan muy baja calidad de afloramiento o han desaparecido.

La sucesión consiste en una alternancia monótona de lutitas de tonos verdosos, generalmente laminadas, y banquitos tabulares carbonáticos (esencialmente dolomíticos) de espesor centimétrico con

abundantes moldes de yeso lenticular. La parte más inferior de la sección muestra también algunas pasadas de limos arcillosos marrones y yesoarenitas que son interpretados como procedentes del desmantelamiento de los yesos sobre los que se apoya la unidad (Calvo *et al.*, 1984). Dentro de las lutitas verdosas son frecuentes pequeños nódulos de óxidos de hierro, apareciendo algunas láminas fuertemente oxidadas. Los moldes de yeso lenticular de los bancos carbonáticos (sólo en raras ocasiones aparecen los cristales originales de yeso en los carbonatos) se disponen en posiciones verticales a subverticales, mostrando una tendencia a lentículas de mayor tamaño hacia la parte superior de los bancos. El nivel con edificios carbonáticos, de unos 50 centímetros de espesor máximo, se sitúa hacia la parte superior de esta alternancia de lutitas y carbonatos. Por encima de dicho nivel yacen aún algunas lutitas verdosas que pasan progresivamente a arcillas de tonos rosados y a carbonatos groseramente laminados o masivos de tonos blancos y aspecto pulverulento. Estas secuencias de arcillas verdes-arcillas rosadas-carbonatos, ocasionalmente con algo de sílex en nódulos, se repiten en la vertical hasta los 20 metros de la sucesión, la cual culmina en los afloramientos de la base del Cerro del Telégrafo con varias alternancias de lutitas laminadas verdosas y rojizas (glysizadas) y carbonatos tableados localmente con moldes lenticulares de yeso.

El nivel con los edificios carbonáticos específicamente estudiados en este trabajo se sitúa así en la transición entre las alternancias de lutitas verdosas y carbonatos tableados con yesos lenticulares y las secuencias de arcillas rosadas-carbonatos. La presencia de rasgos pedogenéticos en estos últimos niveles (estructura prismática vertical, rizocreciones) permite caracterizarlos como perfiles edáficos en los que la acumulación carbonática viene acompañada de una intensa alteración de las lutitas verdes iniciales. Dicha alteración viene marcada por una transformación mineralógica de esmectitas magnésicas con baja a moderada cristalinidad a esmectitas también magnésicas, pero con una estructura altamente desordenada (arcillas rosadas). La posición de los edificios carbonáticos dentro de la sucesión sugiere, por tanto, que su desarrollo tuvo lugar en una posición marginal dentro de un lago somero de salinidad intermedia (Plaziat, 1975; Nickel, 1982) durante la evolución «regresiva» de facies depositadas bajo lámina de agua de poco espesor, pero permanentemente hacia un medio de «mud-flats» expuestos, con desarrollo de costras carbonáticas. Es de señalar que la extensión en superficie del nivel de edificios carbonáticos no supera posiblemente los 200 m², evolucionando lateralmente a una capa fuertemente bioturbada en posición «overlap» sobre los edificios más externos (fig. 3).

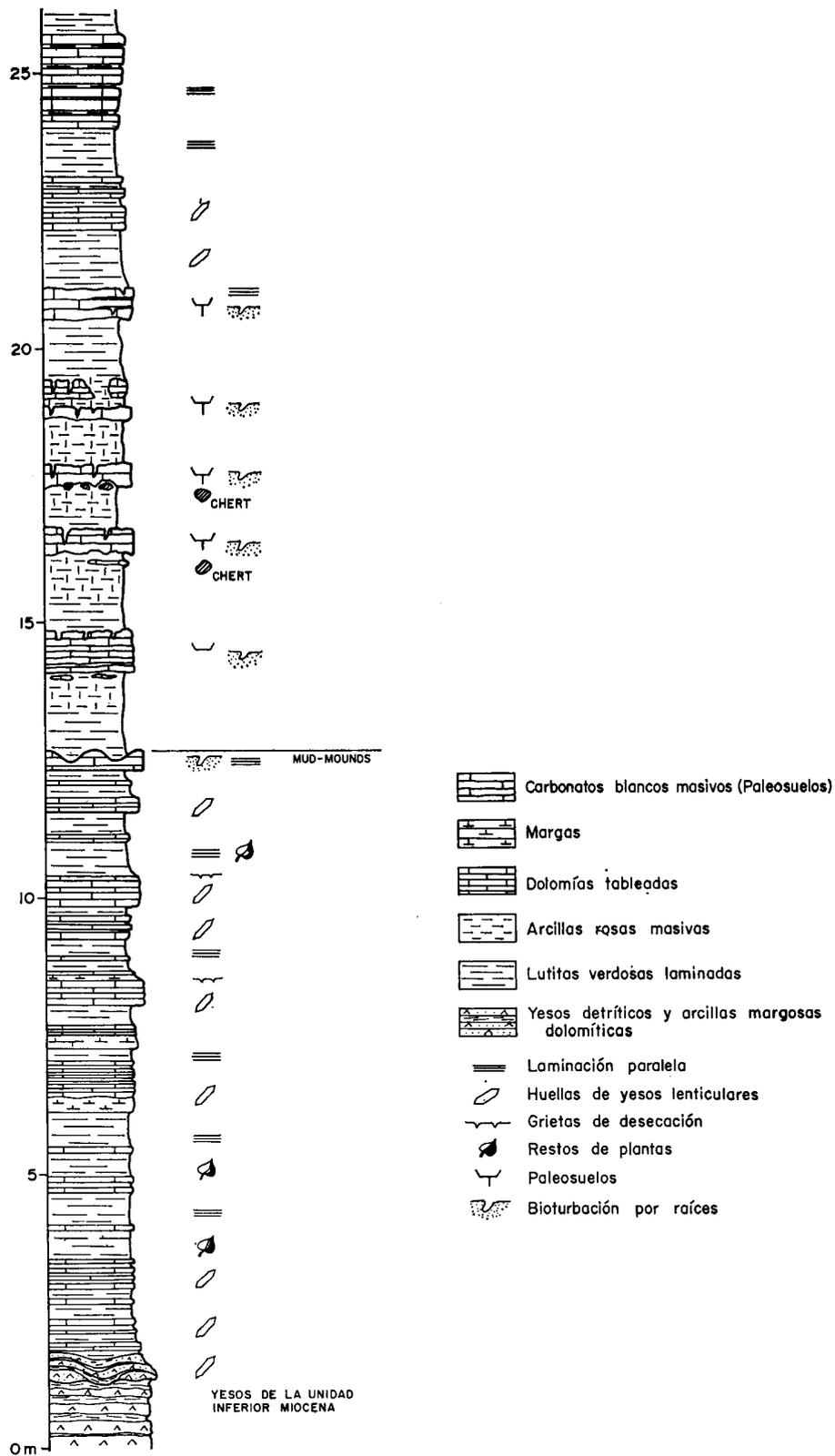


Fig. 2.—Columna litológica de la parte inferior de la sección del Cerro del Telégrafo.

Descripción de los edificios

La capa carbonática se presenta como una sucesión de cuerpos con morfología convexa lateralmente soldados, que resaltan unos 20-40 centímetros por encima de las depresiones situadas entre ellos (figura 4). La altura mayor observada desde la base hasta el techo de la capa es de 50 centímetros. El ancho de los cuerpos individuales varía entre 60 y 120 centímetros. Los bordes de los edificios presentan comúnmente pendientes superiores a los 30°.

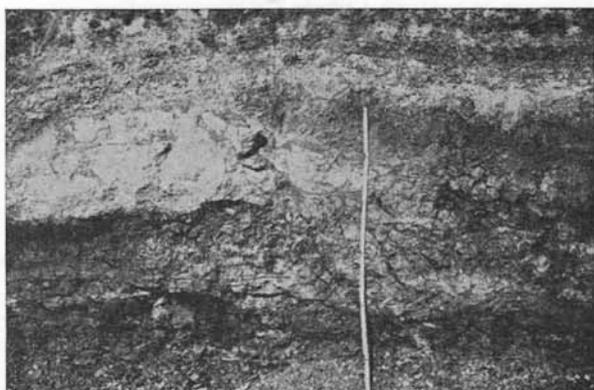


Fig. 3.—Vista de la parte externa de un edificio carbonático cubierto lateralmente ("overlap") por niveles fuertemente bioturbados.

En afloramiento el depósito consiste en carbonato masivo y compacto de color blanco, irregularmente atravesado por túbulos finos (0.1-0.4 cms. de anchura) en posición vertical a subvertical, generalmente bien definidos en el conjunto de la roca (figura 5). Un rasgo sobresaliente es la estructura interna de estos túbulos en forma de segmentos disecionados horizontalmente a intervalos regulares, lo que les da un aspecto similar a la morfología de los

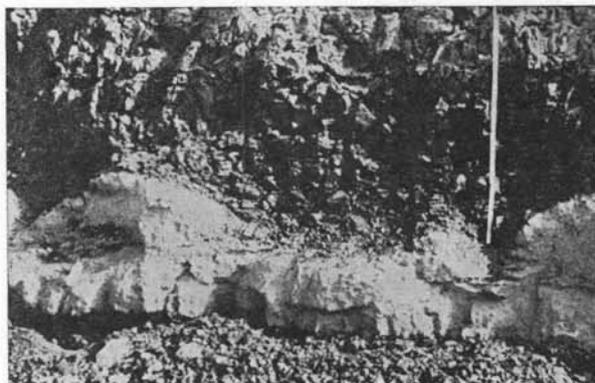


Fig. 4.—Aspecto de los "mud-mounds" unidos lateralmente y cubiertos por depósitos lutíticos. Afloramiento de la base del Cerro del Telégrafo.

tallos de crinoides. Aparte de estos rasgos, se observan, heterogéneamente repartidos, nódulos de piritita framboidal.

La parte superior de los edificios carbonáticos viene marcada por una corteza continua y bastante bien definida, de unos 3-5 centímetros de espesor, en la que los túbulos antes reseñados aparecen muy difusos. Dicha corteza presenta una estructura interna laminar marcada por planos de disyunción paralela a la superficie. Tanto esta corteza como la parte superior del carbonato masivo infrayacente



Fig. 5.—Vista de detalle de la estructura interna de los "mud-mounds" en la que destacan túbulos finos en posición subvertical con fuerte disyunción horizontal interna.

aparecen ampliamente afectados por el desarrollo de cuñas debidas a desecación que profundizan varios centímetros (fig. 6).

El contacto inferior de la capa carbonática con el nivel de lutitas verdosas sobre el que reposa es neto en el afloramiento, aunque en detalle se evidencia una zona transicional muy estrecha con pequeños rizolitos, bien definidos entre las arcillas, que rápidamente pasa en vertical a la facies carbonática

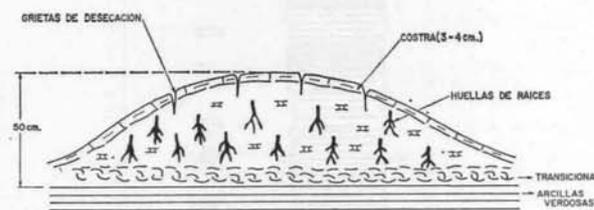


Fig. 6.—Esquema de la estructura de los edificios carbonáticos.

masiva. Por su parte, los depósitos que cubren los edificios carbonáticos consisten en lutitas verdosas con laminación horizontal profusamente bioturbadas por raíces. Estas lutitas componen el relleno inicial de las depresiones entre sucesivos edificios, llegando a cubrir por completo el conjunto de ellos.

Como se ha señalado previamente, esta facies lutítica con bioturbación de raíces se dispone también en una posición lateral a los edificios más externos, desarrollándose en el contacto entre ambas facies una brecha de fragmentos carbonáticos («wedge clastic breccia») orientados a favor de las pendientes del edificio.

Microfacies

Las características microestructurales de los edificios carbonáticos han sido analizadas a partir de secciones pulidas así como en láminas delgadas de dimensiones más amplias (5 × 8 cms.) que las comúnmente utilizadas. Así mismo, se ha efectuado un análisis de la ultraestructura de estos carbonatos mediante microscopía electrónica de barrido (S.E.M.).



Fig. 7.—Sección pulida del núcleo de los "mud-mounds".

La observación en sección pulida de la estructura interna de los edificios carbonáticos pone de manifiesto un entramado de rizotúbulos (fig. 7) mucho más denso que el previamente observado en afloramiento, donde fundamentalmente aparecían destacadas las formas segmentadas. La estructura general de la red de rizolitos consiste esencialmente en secciones longitudinales paralelas entre sí y perpendiculares al plano de estratificación («taproots») a las que se asocian otra serie de conductos subsidiarios en posición horizontal o subhorizontal. Como rasgo generalizado se aprecia una mayor proporción de secciones con fuerte disyunción planar hacia el techo del nivel.

En función de la estructura descrita pueden diferenciarse dos partes esenciales en el depósito:

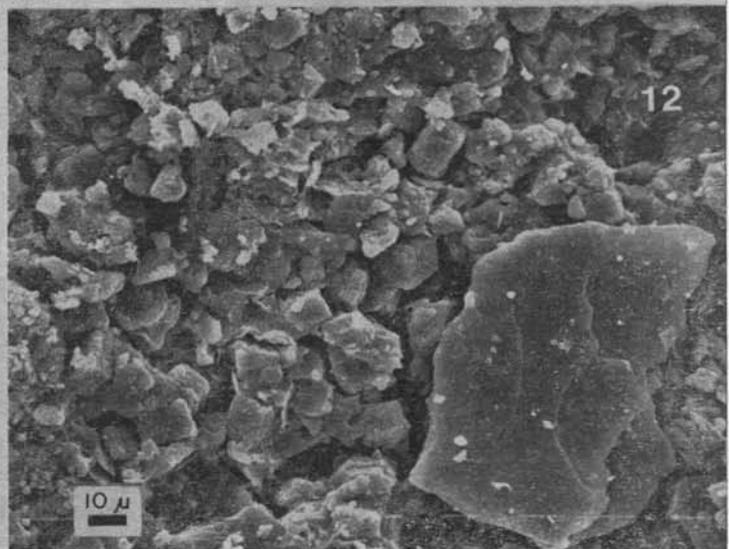
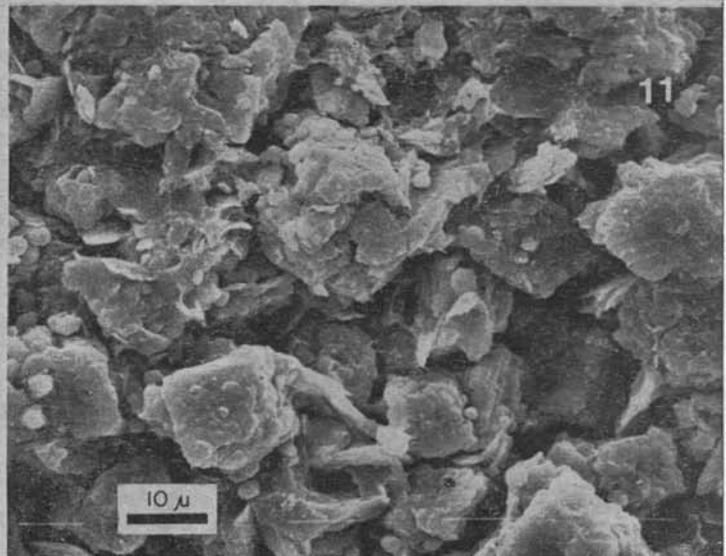
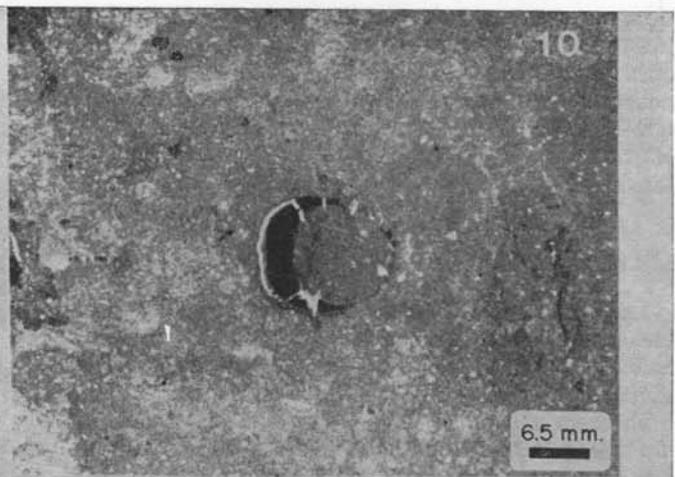
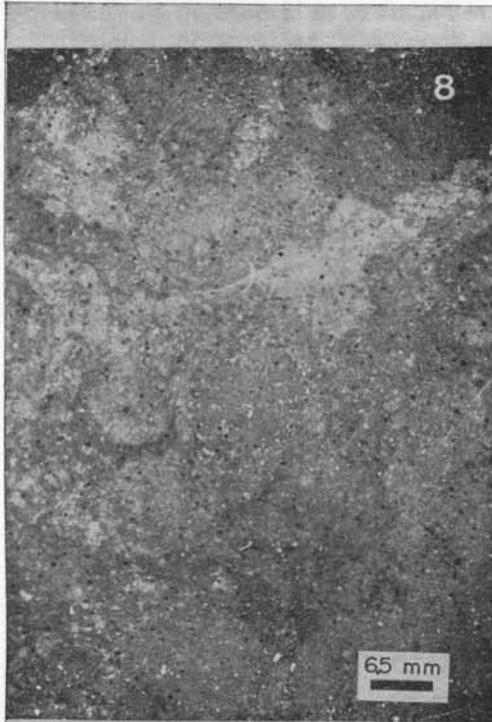
— rellenos micríticos de raíces («root casts» de Klappa, 1980), consistentes en agregados homogéneos de micrita con granos de cuarzo de tamaño silt dispersos. En algunas de las secciones estos granos se disponen más o menos concéntricamente con las paredes de los rizotúbulos (fig. 8). Sólo muy localmente se han observado relictos difusos de la estructura vasicular correspondiente a los tejidos iniciales de la raíz. Indicaremos, por otra parte, que las disyunciones planares, tan sobresalientes en afloramiento y en secciones pulidas, aparecen usualmente más desarrolladas en las partes de los rellenos con micrita de tono más oscuro (figs. 9 y 10), muy probablemente más rica en materia orgánica. Interpretamos, sin embargo, que esta disyunción, debida a desecación, debió afectar de forma regular al relleno inicial de la raíz, rico en materia orgánica procedente de la descomposición de los tejidos vegetales, siendo posteriormente borrada, en parte, con el emplazamiento del barro micrítico. En conjunto, la morfología presentada por estos rellenos corresponde a la fábrica definida por Brewer (1964) como isotúbulos segmentados;

— barro carbonático y arcilloso en posición inter-raíces: consiste en un agregado algo heterogéneo de micrita y/o microesparita con arcilla finamente diseminada y algunos granos de cuarzo de tamaño silt. Muy frecuentemente estas masas micríticas con mezcla de terrígenos presentan textura de tipo «crumby» y fracturas por retracción («shrinkage»). El contenido en arcilla de este material en posición inter-raíces aumenta comúnmente hacia la base de los edificios.

La microtextura presentada por los agregados de micrita en los rellenos de las raíces, determinada mediante microscopía electrónica de barrido, consiste en una ordenación abierta de nanogranos y/o agregados subromboédricos, éstos, a su vez, constituidos por nanogranos lamelares (fig. 11) de 2-3 $m\mu$ adosados entre sí a lo largo de sus superficies mayores. La unión entre los agregados así como entre éstos y algunos nanogranos individuales, tiene lugar mediante contactos puntuales.

El carácter laxo y medianamente compacto de esta microtextura, junto con la heterogeneidad morfo-cristalina que presenta, implicaría un escaso desarrollo de procesos diagenéticos en este material carbonático (Humbert, 1977; García del Cura y Ordóñez, 1982). La no presencia de morfologías ameboidales y de contactos «engrenés» entre granos (Loreau, 1972) contribuyen también a esta conclusión. El escaso desarrollo de procesos diagenéticos tiene, sin duda, su reflejo en la buena conservación de los rizolitos.

Englobados dentro de la masa de cristales carbonáticos aparecen algunos granos detríticos, funda-



mentalmente cuarzo y biotita, siendo notable la escasa alteración de ésta (fig. 12). Con carácter más accesorio se observan algunos granos de feldespatos.

En cuanto a la composición química de estos materiales, tanto los que constituyen la masa general como el relleno de los rizolitos, tienen un contenido en CaO de $30,8 \pm 0,4\%$, mientras que el contenido en MgO es de $16,2 \pm 0,2\%$ en el relleno de los rizolitos y $14,8 \pm 1\%$ en la masa general. En dicha masa abundan las concentraciones de opacos que estudiadas con la microsonda han mostrado ser óxidos de hierro y materia orgánica. También se observa abundante silicio disperso, tanto en forma de sílice propiamente dicha como de filosilicatos de pequeño tamaño.

Discusión

El conjunto de evidencias petrográficas y de relaciones de facies presentadas anteriormente nos llevan a concluir que el desarrollo de los cuerpos carbonáticos con geometría convexa hacia arriba que hemos descrito son el resultado de la acumulación de barro calcáreo y arcilloso debido al crecimiento de plantas macrofitas. Se indicará que el grupo específico de plantas implicadas en este proceso no ha podido ser determinado dada la falta de criterios claros de identificación a partir de la observación de las morfologías conservadas en las raíces. Es por ello que la referencia al tipo o tipos de plantas se hace bajo el término genérico de hidrófitas.

Por su posición en la secuencia sedimentaria, así como por los rasgos internos observados en los edificios carbonáticos, interpretamos que el desarrollo de éstos tuvo lugar en áreas lacustres muy someras sometidas a oscilaciones en el nivel de agua. Así, el nivel con edificios carbonáticos se dispone por encima de secuencias de lutitas verdes laminadas y niveles de dolomías con moldes lenticulares de yesos, y por debajo de secuencias de «mud-flat» con períodos de exposición, lo que en conjunto sugiere la

integración de los edificios carbonáticos en una secuencia regresiva mayor hacia facies progresivamente más marginales del ámbito lacustre.

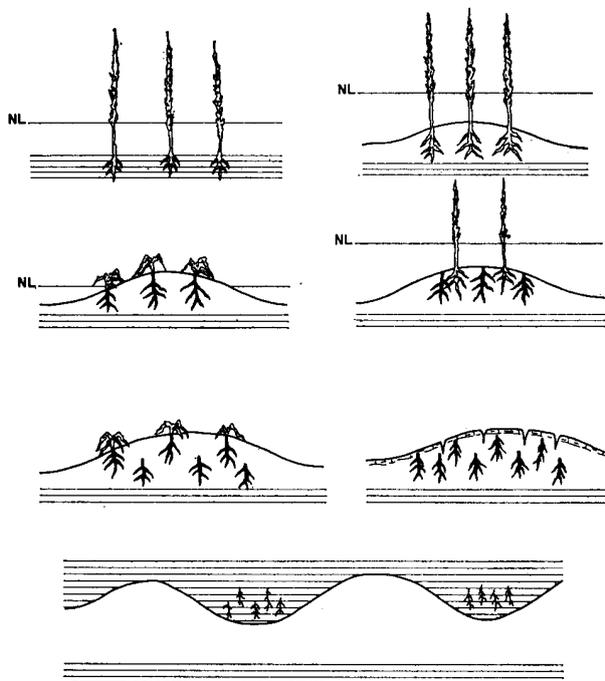


Fig. 13.—Modelo evolutivo del desarrollo de los "mud-mounds".

Por otra parte, las disyunciones horizontales observadas en gran parte de los rizolitos que componen la estructura interna de los edificios son interpretadas como debidas a desecación del material que inicialmente constituyó el relleno de las raíces, hecho que apoya también la existencia de períodos de exposición subaérea durante el desarrollo de estos cuerpos carbonáticos. Un análisis detallado de la distribución de los rizolitos en el interior de los edificios indica que al menos un momento de de-

Fig. 8.—Microfacies del núcleo de un "mud-mound". Obsérvese la estructura densa de los rellenos de los rizotúbulos, en parte con disposición concéntrica de terrígenos finos (parte central).

- 9.—Sección longitudinal de un rizotúbulo con neta disyunción de la parte del relleno más arcillosa.
- 10.—Sección transversal de un rizotúbulo presentando los mismos elementos que en la figura anterior.
- 11.—Microfotografía S. E. M. de los cristales de carbonato en el núcleo de los "mud-mounds". Ver explicación en el texto.
- 12.—Microfotografía S. E. M. de la estructura del agregado cristalino carbonático. Localmente incluye terrígenos (biotita) muy escasamente alterados.

tención y exposición relativa tuvo lugar durante su desarrollo. El estadio final de crecimiento viene dado, así mismo, por un período de exposición más permanente, con la generación de una corteza superficial con disyunción planar en conjunto y frac-y estabilización de los edificios, el área experimentó un ascenso relativo en el nivel del lago, depositándose lutitas laminadas entre y por encima de la superficie de los cuerpos carbonáticos. Este ascenso traza de desecación bien definidas. Esta sucesión de etapas en el desarrollo de los edificios carbonáticos ha sido esquematizada en la figura 13. Posteriormente a este episodio último de exposición subaérea dio lugar a un suave retoque y destrucción de los edificios más externos, generándose depósitos finos de brechas clásticas adosadas a los taludes. Estos depósitos constituyen el único hecho indicativo de erosión sobre los edificios que hemos observado.

El conjunto de rasgos descritos permite la asimilación de estos edificios carbonáticos encontrados en series netamente continentales a las estructuras «mud-mound» típicamente presentes en medios marinos (Heckel, 1974; Flugel, 1982). Varias similitudes en el proceso de formación, aparte de sus características geométricas, pueden ser resaltadas: a)

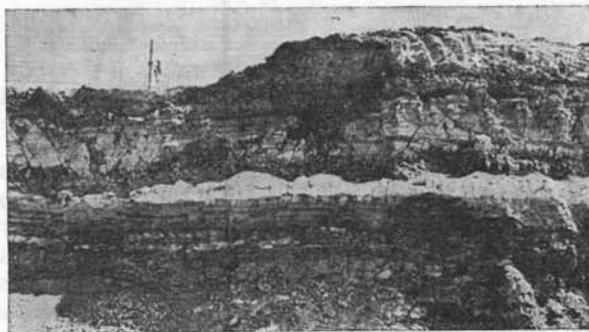


Fig. 14.—Sección con un nivel constituido por edificios carbonáticos soldados lateralmente. Afloramiento de la Estación de O'Donnell.

colonización y estabilización de un fondo fangoso por las raíces de plantas acuáticas; b) efecto de pantalla («baffling») (Embry y Klován, 1971) de estas plantas como proceso esencial en la acumulación mecánica del material fino (lutitas, barro calcáreo), y c) generación de un alto topográfico relativo en función del sucesivo desarrollo vertical de las matas sobre los sustratos previos. En cualquier caso, el desarrollo de los «mud-mounds» tuvo lugar en áreas sometidas a muy baja energía. Las condiciones en cuanto al nivel del lago debieron permanecer relativamente estables durante un período amplio de tiempo para permitir el desarrollo completo de estas formas.

Además de los edificios carbonáticos descritos en

la sucesión aflorante en la base del Cerro del Telégrafo, otras estructuras similares han sido observadas en una sección de edad análoga junto a la Estación de O'Donnell, en el borde este del núcleo urbano de Madrid (fig. 1). Aquí los edificios están asociados con depósitos lacustres someros (arenas micáceas y lutitas verdes) (fig. 14) en una secuencia igualmente regresiva hacia facies lacustres muy marginales y/o facies de orla edafizada de abanicos. Mucho menor desarrollo, aunque su geometría y estructura interna es similar, presentan los edificios observados en el Cerro Granja, próximo a Torrejón de Ardoz (fig. 15). Fuera del marco geológico de la cuenca de Madrid han sido observadas estructuras similares entre depósitos miocenos continentales de la cuenca de Calatayud, así como en niveles Pleistocenos de la cuenca de Guadix-Baza (Venta Mi-cena).



Fig. 15.—Vista de un pequeño edificio carbonático entre sedimentos lutíticos en la sección del Cerro Granja.

Las referencias en la literatura sedimentológica sobre este tipo de estructuras «mud-mound» en series continentales son muy escasas. Morfologías similares, aunque más amplias y con geometría convexa más tendida, han sido descritas con cierto detalle por Cabrera *et al.* (1985) en sedimentos lacustres de edad Oligoceno superior en el sudeste de la cuenca del Ebro. El desarrollo de estos cuerpos en relación con raíces queda puesto de manifiesto, resaltándose el efecto de la acción de corrientes erosivas sobre la forma final de los montículos. Como se ha indicado, este parámetro de la erosión por corrientes no parece haber influido sustancialmente en el modelado de las formas estudiadas por nosotros.

Conclusiones

El desarrollo de estructuras de tipo «mud-mound» en depósitos carbonáticos continentales, particularmente en áreas lacustres muy someras o palustres,

puede darse con cierta frecuencia según se deduce de los casos analizados en este trabajo.

El mecanismo generador de tales estructuras aparece relacionado con la colonización y crecimiento de plantas hidrófitas en determinadas áreas de estos ambientes. La acumulación de material fino (barro carbonático o arcilla) tiene lugar como respuesta al efecto de pantalla que las plantas ejercen sobre dicho material movido por corrientes suaves, hecho comparable al realizado por otros organismos en áreas marinas. Las raíces de las plantas actúan como elemento de estabilización de los sustratos previamente formados, lo que conduce a la generación de altos topográficos sobre el fondo lacustre en estadios sucesivos que pueden o no ser continuos. Ocasionalmente, en la estructura interna de los «mud-mounds» quedan reflejadas diversas evidencias de oscilación en el nivel del agua, con subsiguientes períodos de desecación patentados en el relleno de las raíces. La exposición definitiva de los edificios viene, así mismo, marcada por elementos estructurales tales como la generación de costras superficiales y grietas de retracción y por la destrucción parcial de estos edificios en las zonas más externas de los complejos.

Bibliografía

- ALBERDI, M. T.; HOYOS, M.; JUNCO, F.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; MORALES, J.; SESÉ, C. y SORIA, M. D.
1983. Biostratigraphie et Evolution Sédimentaire du Néogène Continental de l'aire de Madrid. *Medit. Neog. Cont. Paleonv. and Paleocl. R.C.M.N.S. Interim-Colloquium*. Montpellier, 15-18.
- BREWER, R.
1964. *Fabric and mineral analysis of Soils*. Wiley, New York, 470 págs.
- CABRERA, L.; COLOMBO, F. and ROBLES, S.
1985. Sedimentation and tectonics interrelationships in the Paleogene marginal alluvial systems of the Ebro Basin. Transition from alluvial to shallow lacustrine environments. *6th European Regional Meeting. Excursion Guidebook*, 395-492.
- CALVO, J. P.; ORDÓÑEZ, S.; HOYOS, M. y GARCÍA DEL CURA, M. A.
1983. Caracterización sedimentológica de la Unidad Intermedia del Mioceno de la zona sur de Madrid (resumen). *Comunicaciones X Congreso Nacional de Sedimentología*. Menorca, septiembre de 1983, 43-44. 1984. *Rev. Mat. Proc. Geol.*, 2, 145-176.
- EMBRY, A. F. y KLOVAN, J. E.
1971. A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, Northwest Territories. *Can. Petrol. Geology Bull.*, 19, 730-781.
- FLUGEL, E.
1982. *Microfacies Analysis of Limestones*. Springer-Verlag, Berlín, Heidelberg, 633 págs.
- GARCÍA DEL CURA, M. A. y ORDÓÑEZ, S.
1982. Texturas y estructuras en calizas continentales: un ejemplo de heterogeneidad textural: las rocas carbonáticas de la cuenca del Duero. *Temas Geológico-Mineros*, 6, 1, 227-254.
- HOYOS, M.; JUNCO, F.; PLAZA, J. M.; RAMÍREZ, A. y RUIZ, J.
1985. *Geología y Paleontología del Area de Madrid*. C.S.I.C. (en prensa).
- HUMBERT, L.
1976. *Eléments de Pétrologie Dynamique des Systèmes Calcaires*. Ed. Technip., 2 vols., 213 y 200 págs.
- JUNCO, F. y CALVO, J. P.
1985. Cuenca de Madrid. *Libro Jubilar a J. M. Ríos*, 2, I.G.M.E. (en prensa).
- KLAPPA, C. F.
1980. Rhizoliths in terrestrial carbonates: classification, recognition, genesis and significance. *Sedimentology*, 27, 613-630.
- LOREAU, J. P.
1972. Pétrographie de calcaires fins au microscope électronique a balayage: introduction a une classification des "micrites". *C. R. Acad. Sc. Paris*, 274, 810-813.
- NICKEL, E.
1982. Alluvial-fan-carbonate facies with evaporites, Eocene Guarga Formation, Southern Pyreneen, Spain. *Sedimentology*, 29, 761-796.
- PLAZIAT, J. C.
1975. Dolomite, gypse et accidents silicieux dans les sédiments carbonatés continentaux du Crétacé terminal et du Paléogène languedocien (S. de la France). *IX Congr. Int. Sédim.*, Nice, 2, 107-112.

Recibido el 11 de junio de 1985.
Aceptado el 5 de noviembre de 1985.