

## Aportaciones al estudio del mioceno del extremo Oriental de Menorca

por J. ROSELL y C. LLOMPART

Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra

### RESUMEN

Se describe la serie estratigráfica del Mioceno del extremo oriental de Menorca. Esta se divide en tres niveles separados por superficies de discordancia:

- Uno inferior compuesto por fan deltas y playas asociadas desarrolladas en el frente de los mismos del Mioceno medio.
- Uno intermedio, compuesto por islas barrera limitadas por canales mareales de edad Mioceno superior.
- Uno superior, arrecifal, de edad Mioceno superior.

### ABSTRACT

This paper discusses the Miocene stratigraphic series in the East side of Minorca, island, divided by disconformity surfaces into three different formations:

- The lower is composed by fan deltas and beaches developed in the delta front of the fan deltas (Middle Miocene).
- The intermediate in a barrier island system (Early Miocene).
- And the upper, in a reef complex (Early Miocene).

Los sedimentos del Mioceno medio y superior de la isla de Menorca constituyen un pequeño margen de la cuenca neógena mediterránea. Las unidades que en ellos pueden distinguirse y el estudio de sus relaciones, aportan conocimientos a la comprensión de esta cuenca en las Baleares.

La disposición sedimentaria de los materiales depositados en este margen afloran, particularmente bien expuestos, a ambos extremos de la isla. En este trabajo se describe e interpreta la serie miocénica del extremo oriental, es decir, del Port de Maó y áreas limítrofes (fig. 1).

El mioceno de Menorca ha sido estudiado por diversos autores. Hermite (1879), Nolan (1895 y 1933), Fallot (1923 y 1933) Hollister (1934), sentaron las bases de la estratigrafía clásica preocupada por la datación de los materiales a base de la presencia o distribución de los microfósiles. Bourrouilh y Colom (1968), Bourrouilh (1970, 1973), Bourrouilh *et al.* (1972) utilizando las microfauas, modifican en unos casos, y confirman en otros, las conclusiones dadas por los autores precedentes. En algunos de estos últimos trabajos y en Obrador (1970 y 1972-73), Rosell *et al.* (1976), y Baron *et al.* (1979),

aparte de la litología y composición faunística, se estudia la disposición sedimentológica de los materiales. Además, existen los trabajos de índole paleontológico y paleoecológico de Bauzá y Mercadal (1961 y 1962), Obrador y Mercadal (1973), Llompart (1982), Llompart y Calzada (en prensa), Llompart y Mercadal (en preparación) y Llompart (en preparación), geología marina de Bizon y Mauffret (1975), Bourrouilh y Mauffret (1975) y Bizon *et al.* (1978) y síntesis de Riba (1981).

Los materiales del Neógeno forman la mitad S de la isla, plana, entallada por barrancos y ligeramente basculada al S. En la N, paleozoica y mesozoica, existen tan sólo pequeños afloramientos de sedimentos de esta edad, ubicados en áreas deprimidas limitadas por fallas.

Estos depósitos neogénicos yacen, acuniándose hacia el NE, sobre la superficie de erosión que constituye su yacente. En la serie miocénica se han distinguido tres unidades. La más inferior ligeramente basculada el SE. La intermedia claramente transgresiva sobre la anterior solapándola (*onlap*). Y, la superior, discordante horizontal o con la pendiente deposicional primaria del medio en la cual se depositó, (figs. 1 y 2).

### UNIDAD INFERIOR O DEL PORT DE MAÓ

Está en relación con las líneas de fractura, de dirección sensiblemente WNW-ESE, que delimitan las regiones N y S de Menorca. En el flanco hundido de esta zona de fallas, y al borde de la misma, se originó un sistema deposicional compuesto por pequeños abanicos torrenciales que iban a parar al mar (*fan deltas*) (Rosell *et al.* 1976). Bajo estas condiciones se depositaron en el borde interno de la cuenca niveles conglomeráticos que forman la mayor parte de la región de Migjorn estos conglomerados fueron retrabajados por el mar, a excepción de los depositados en áreas apicales donde se hallan claramente dominados por la acción fluvio-torrenciales. La composición de sus cantos está en función de su área fuente. Dominan, en la zona que nos ocupa, los de composición paleozoica (areniscas y pizarras).

El Port de Maó está orientado de NW a SE, y por lo

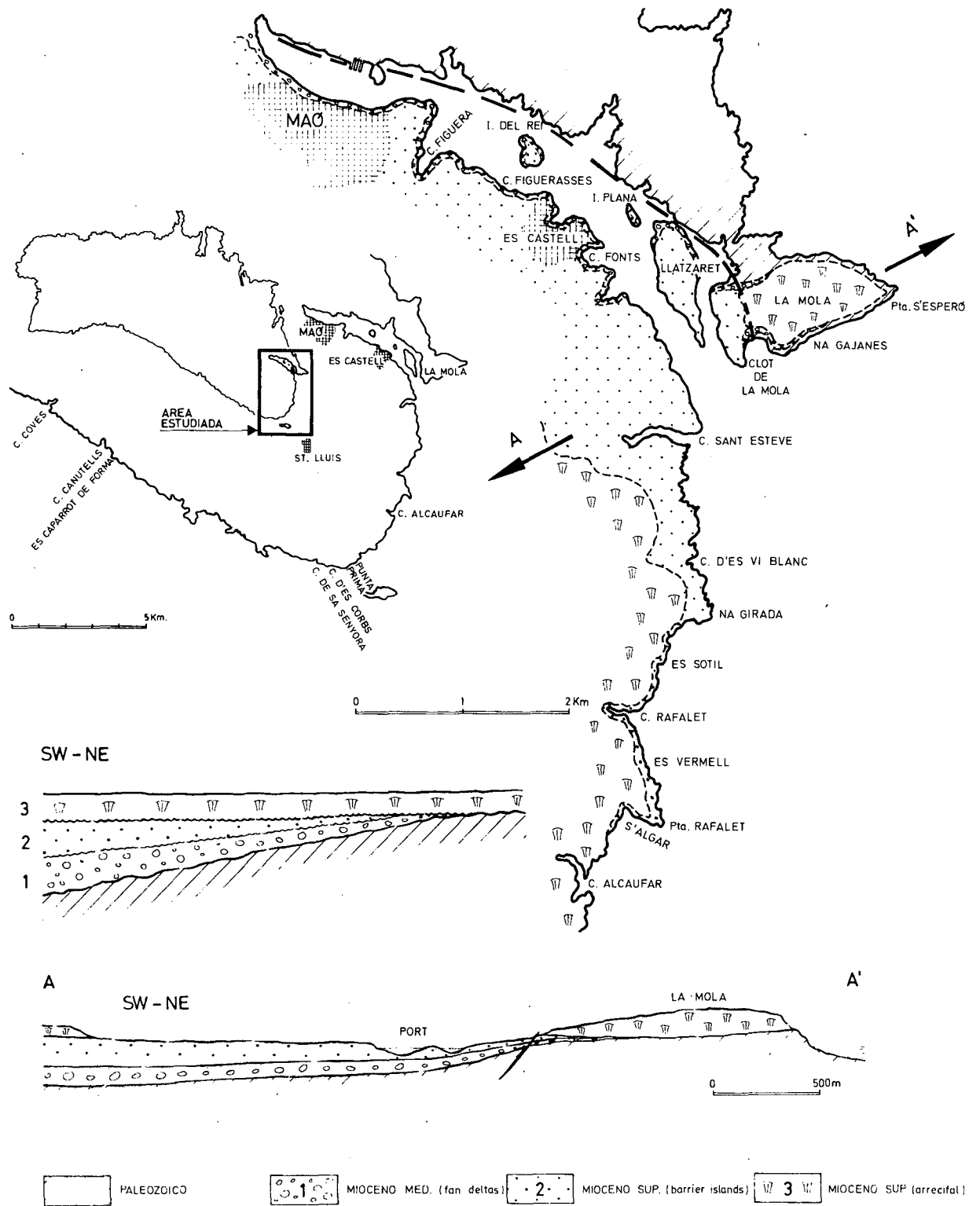


Figura 1.—Esquemas de situación, mapa y cortes geológicos del Mioceno del Port de Maó.

tanto, posee una dirección sensiblemente perpendicular al eje de los abanicos. Ello condiciona que los afloramientos, a lo largo del Port, corten a los abanicos en sentido transversal. En sentido longitudinal éstos son discontinuos y, a la vez, abarcan un área tan reducida, que no permiten poner en evidencia variaciones importantes de facies. En este sentido las observaciones se han realizado entre los afloramientos de las islas del Port (Illa Plana e Illa del Rei) y las calas más profundas (Cala Figuera, Cala Fonts, y Cala St. Esteve). A partir de estas calas hacia el SW se han reconocido tan sólo en los sondeos. Debido a la poca variedad de restos fósiles que presenta, su datación es incierta. Obrador (1972-73) los atribuye con reservas a un Mioceno medio. En los niveles basales existen pequeñas, pero frecuentes costras ferrolíticas interpretadas como paros en el proceso sedimentario.

Pueden distinguirse tres tipos de facies:

**Facies a.** Compuesta por los niveles conglomeráticos, de la parte inferior de la serie. Están limitados entre sí por planos paralelos (a la escala del afloramiento) y separados por superficies de erosión con costras ferrolíticas o por niveles de limos, ya rojizos ya amarillentos, con *burrows* predominantemente verticales. La matriz es escasa y de naturaleza limosa, y los cantos, por lo general, no poseen orientación aparente alguna. Dentro del sistema deposicional propuesto, correspondería a la parte más proximal aflorada de los abanicos. Cada capa sería el

resultado de un solo evento, una arroyada en manto originada por una tormenta. Afloran en la base de la mayor parte de las series del extremo interno del puerto. Aquí existen capas y niveles canaliformes.

**Facies b.** --La constituyen niveles conglomeráticos separados por otros areniscosos o calcareníticos que yacen sobre conglomerados con facies *a*. Los cuerpos areniscosos presentan algunos restos fósiles marinos. Los contactos son plano-parallelos a la escala del afloramiento. Los cantos, por lo general, poseen una clara imbricación, inclinándose hacia el SW. A veces, presentan estructuras de deformación, posiblemente por carga. La matriz, poco abundante, es de naturaleza areniscosa. Se depositaron en la parte frontal de los abanicos donde el oleaje construía verdaderas playas de cantos.

**Facies c.** La poseen los niveles conglomeráticos de la parte alta de la serie. Los límites son asimismo planos paralelos. La matriz que une los cantos es areniscosa y abundante llegando, a veces, a predominar sobre los cantos. Se les intercalan delgadas capas calcareníticas arenosas que incluyen localmente fauna rica en individuos y pobre en especies (*Turritélidos*, *Amphiope* y lamelibranquios indeterminables). Algunas de estas capas areniscosas se hallan totalmente bioturbadas; es frecuente encontrar *burrows* bien conformados. Las capas no bioturbadas presentan, por lo general, una estratificación cruzada a mediana escala, con las láminas inclinadas en sentidos opuestos y superficies onduladas entre los

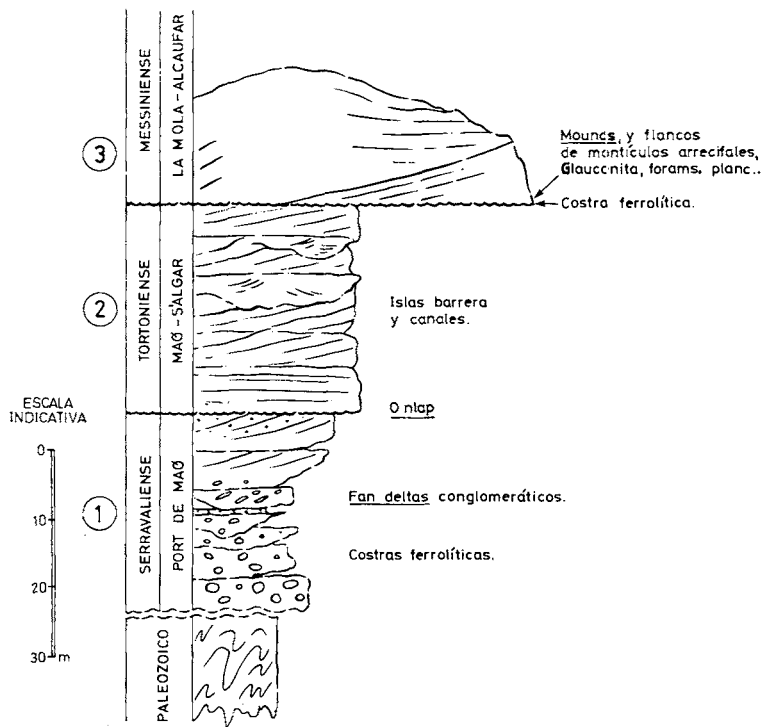


Figura 2.—Columna estratigráfica del Mioceno del Port de Maó.

diferentes grupos de láminas, (*hummocky* de Walker 1980 y *large scale truncated wave ripples* en el sentido de Campbell 1966). Estas estructuras, aunque pueden observarse a lo largo de todo el puerto, son muy aparentes entre Cala Figuera y Cala Figuerasses. Siguiendo las ondulaciones de esta estructura, a veces, se disponen los caparazones de *Amphiope*. Los niveles areniscos más altos pueden presentar una laminación cruzada de bajo ángulo, planar y a gran escala Obrador (1970 y 72-73) Estos sedimentos han sido claramente organizados por la acción del oleaje al igual que los de la facies *b*, pero posiblemente, en épocas en que las avenidas torrenciales eran enormes o nulas. Constituyen las facies más distales afloradas de este sistema deposicional.

#### UNIDAD INTERMEDIA O DE LA PLANA DE MAÓ-ST. ESTEVE-S'ALGAR

Es claramente transgresiva sobre la anterior mediante un contacto solapante (*onlap*). Ello es difícil de observar en el Port de Maó, debido a la falta de afloramientos en la dirección del *onlap*. En el extremo occidental de la isla, en Cala Morell, este tipo de contacto es claramente visible y, según Obrador (comunicación personal), espectacular visto desde el mar.

Constituye la unidad superior del Port de Maó donde se asientan, la ciudad, Es Castell, parte de la península de La Mola y de la isla del Llatzaret. Se prolonga por Cala St. Esteve hasta S'Algar, a partir de cuyo punto, queda cubierta por las aguas (fig. 1)

Tienen una composición predominantemente calcarenítica, en la cual, y en los niveles basales, existen algunos cantos procedentes, ya del Paleozoico, ya del retrabajamiento de los conglomerados de la unidad infrayacente. En algunos puntos (Caló d'es Vi Blanc) la fracción terrígena puede ser abundante.

Localmente estos sedimentos se hallan bioturbados en su totalidad. Se organizan a menudo en sistemas de barras que migran en el espacio y dan lugar a cuerpos más o menos lenticulares formados por un solo grupo de láminas ya paralelas ya cruzadas de bajo ángulo y unidireccionales. Estas barras, a veces, se hallan cortadas por cuerpos canalizados que presentan estructuras mareales (Na Girada). Presenta, frecuentemente, espectaculares estructuras sedimentarias de origen diagenético.

Es una unidad en la cual abundan extraordinariamente los fósiles. Según Obrador (1972-73) puede datarse como del Mioceno superior (Tortonense).

Se ve coronada por una costra ferrolítica muy desarrollada, que llega a afectar los 5 cm más altos. La superficie ferrificada posee una gran abundancia de restos fósiles (grandes lamelibranquios, *Clypeaster* y rodolitos) y de glauconita. Esta costra aflora espectacularmente a lo largo de la costa entre Cala Rafalet y Cala Alcaufar. Hacia Cala Rafalet (Es Vermell), pasa a un nivel de erosión (karstificación?) con acumulación de óxidos

de hierro, cantos de origen paleozoico y dientes de pez.

La interpretamos como un sistema de barras (Obrador, 1972-73), que puede llegar a formar islas, surcado por canales. Su posible relación con un medio arrecifal queda por demostrar.

#### UNIDAD SUPERIOR O DE LA MOLA-ALCAUFAR -BINIBECA

Esta unidad debemos considerarla especialmente dividida en dos áreas. La que forma el manchón más alto de la península de la Mola y la que da lugar a la mayor parte de los acantilados del S de la isla desde Cala Alcaufar hasta, por lo menos, Son Bou. Esta división viene impuesta por la discontinuidad de afloramiento existente en la entrada del puerto. Ambas yacen por encima de la unidad Plana de Maó-St. Esteve, y presentan faunas bentónicas prácticamente iguales. En la base incluyen abundante glauconita y acumulación de foraminíferos pelágicos. Aunque no puede asegurarse con absoluta certeza, creemos que ambos manchones son isócronos.

##### *Area de La Mola*

La unidad de la península de La Mola descansa, en su mayor parte, sobre la superficie premiocénica o intramiocénica modelada en terrenos paleozoicos y, en una pequeña extensión, sobre el nivel conglomerático de la unidad inferior o sobre las calcarenitas de la unidad intermedia. La superficie de erosión sobre la cual descansan estos materiales se continúa mucho más al N, aunque desprovista de los sedimentos miocénicos que la fosilicen. Nada tendría de extrañar de que se hubiera modelado con posterioridad a la sedimentación de la unidad intermedia o de la Plana de Maó-S'Algar. Ello explicaría la existencia de cantos paleozoicos en la base de esta unidad superior.

Está formada por dos montículos arrecifales que lateralmente pasan a rocas estratificadas: El del extremo oriental del Clot de La Mola (casi exclusivamente rodolitos y lamelibranquios) y el de S'Esperó (rodolitos y sobre todo *Halimeda*). Ambos montículos arrecifales están separados por una superficie erosional modelada sobre el primero (Na Gajanés). En la Punta de S'Esperó la serie está formada por: en la parte inferior calizas con rodolitos de coloraciones amarillentas y blanquecinas, en la parte media calizas con *Halimeda*, de color rojizo con estratificación cruzada muy difusa de bajo ángulo, y, en la superior unos niveles calcareníticos blanco amarillentos. Todo ello lo recubre una formación de dunas eólicas cuaternarias (Obrador, 1972-73) con Gasterópodos terrestres de edad posiblemente paleotyrreniense.

Obrador (1972-73) apoyado en el estudio de las macrofaunas y Bourrouilh (1970) en las microfaunas bentónicas datan esta unidad como del Mioceno superior (Messiniense).

### Area de Rafalet-Alcaufar

Esta unidad es predominantemente calcarenítica con una gran abundancia de nódulos y restos algales (Llompart, 1982).

Yace sobre la superficie ferrolítica de Es Vermell-S'Algar-Alcaufar. En la base, junto a glauconita y foraminíferos planctónicos generalmente hay una acumulación de cantos paleozoicos (S'Algar). Los primeros niveles, con una bioturbación total y con una gran abundancia de *burrows* presentan una rica fauna de lamelibrancios, briozoos, y, sobre todo, braquiópodos (Llompart y Calzada, en prensa). Entre St. Esteve y Es Sotil puede reconocerse como mínimo la existencia de dos montículos arrecifales parcialmente dolomitizados. El resto de la unidad presenta una marcada estratificación cruzada de bajo ángulo que en unos casos puede interpretarse como los flancos de los montículos arrecifales y en otros como barras producto de su retrabajamiento por el oleaje. Estas barras están formadas por grupos de láminas cruzadas a muy gran escala y de bajo ángulo que migran en el espacio (Obrador, 1972-73). Según la dirección del corte, la estratificación es aparentemente paralela. Los diferentes grupos de láminas se hallan separados entre sí por superficies de erosión onduladas a muy gran escala. Localmente, parte de sus gruesas láminas (cuevas de Sa Senyora y d'Es Corb), pueden haber sufrido un proceso de *slump* dando lugar a depósitos caóticos. Las superficies onduladas que separan los diferentes grupos de láminas tienen morfología de gigantes *ripples* de oleaje del orden de un centenar de metros de longitud de onda y una altura que raras veces rebasa la decena (margen occidental de Punta Prima).

Su relación con formaciones arrecifales más o menos desarrolladas está en curso de estudio por Obrador y colaboradores. Dada la paleoecología de algunos grupos faunísticos (periarrecifales) y de la disposición sedimentaria de los materiales, nada tendría de extrañar que se tratara de montículos arrecifales con sus flancos correspondientes, ya bien desarrollados ya retrabajados por el oleaje. Baron *et al.* 1979, más intuitivamente que apoyado en datos reales de campo, intenta aplicar a Menorca el modelo arrecifal de Mallorca, dentro del contexto dinámico-sedimentario propuesto por Obrador (1972-73). Riba (1981) acertadamente, lanza por primera vez la idea de que el talud de este sistema arrecifal estuviera completamente dominado por la acción del oleaje que, en definitiva, imprimió su sello.

En la costa de Ses Sivinets esta unidad queda dividida en dos mediante una superficie de erosión cuyo valor temporal es hoy por hoy desconocido.

La macrofauna que presenta (Obrador, 1972-73, Llompart y Calzada, en prensa), la datan del Messiniense y, con reservas, del Plioceno basal.

En la margen E de Cala Coves, lejos ya del área estu-

diada, se desarrolla un sistema de barras superpuestas cambiantes de posición con el tiempo y separadas entre sí por superficies de erosión. En la misma cala puede observarse cómo este sistema de barras está cortado por cuerpos con estratificación de dunas modificadas en sigmoides posiblemente en un medio submareal. Este sistema de barras, localmente entre Cala Canutells y Es Caparrot de Forma, se halla "tapizado" por formaciones estromatolíticas. Todo ello induce a pensar que el modelo sedimentario bajo el cual se depositó esta unidad es especialmente complejo.

### EVOLUCION HISTORICA

- 1º) Como producto del basculamiento y fracturación de la superficie de erosión pre-miocénica se inicia, posiblemente en el Mioceno medio, la sedimentación en la zona S de Menorca. Producto de este basculamiento y fracturación es el aporte rápido, intermitente y a corta distancia, de los conglomerados que forman la unidad inferior miocénica. Esta unidad conglomerática, aunque afectada por la fractura que posiblemente ha originado el Port de Maó, se acuña progresivamente hacia el E (península de La Mola). La sedimentación de esta unidad es muy discontinua en el tiempo como lo atestiguan las abundantes costras ferrolíticas que separan distintos niveles conglomeráticos. Aunque las dataciones paleontológicas de nivel corresponden al Mioceno medio no puede destacarse la posibilidad de que incluya, por lo menos en parte, el Mioceno inferior.
- 2º) Una vez depositada la unidad inferior se produce un paro en la sedimentación que podría interpretarse como una caída brusca del nivel del mar, lo cual ha dado lugar a una superficie de discordancia. Esta superficie podría marcar el límite entre el Mioceno medio y el superior, ya que las dataciones existentes infra y suprayacentes a la misma, apuntan en este sentido. Correlacionando con el esquema de Vail *et al.* (1977) y Pomar (1980) esta discordancia podría haberse originado hace -11.5 m.a. La unidad inferior conglomerática se ve fuertemente transgredida por la intermedia claramente marina de composición calcarenítica que la solapa (-11.5 m.a. y -6.6 m.a.).
- 3º) Luego se produce un fuerte paro sedimentario durante el cual se origina la costra ferrolítica de S'Algar y karstificaciones asociadas (Es Vermell). Podría paralelizarse con la fuerte caída del nivel del mar que marca el inicio del Messiniense (-6.6 m.a.). Durante este período se deposita el sistema de arrecifes estratigráficos que caracteriza la unidad de La Mola y de Rafalet-Alcaufar con el que finalizaría la sedimentación miocénica.

BIBLIOGRAFIA

- BARON, A.; BAYO, A.: y FAYAS, J.A., 1979.- "Relación modelo geológico-modelo hidrogeológico. Ejemplo: El acuífero mioceno de la Isla de Menorca". *I. Simp. Nac. de Hidrogeología*, Pamplona, Oct. 1979, 19 pp.
- BAUZA, J. y MERCADAL, B. 1961.- "Nuevas contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica fósil de Menorca". *Bol. Soc. Hist. Nat. Bal.*, 45-48.
- BAUZA, J. MERCADAL, B. 1962.- "Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica de Menorca". *Rev. Menorca* 7a. ép., 2: 153-163.
- BIZON, G.; BIZON, J.J. MAUFFRET, A. 1975.- "Présence de Miocène inférieur au large de Minorque (Baléares, Espagne)". *Rev. Inst. Fr. Pétrole*, 26 (6): 831-863.
- BIZON, G.; BIZON, J.J. y BIJU-DUVAL, B. 1978.- "Comparison between formations drilled at DSDP Site 372 in the Western Mediterranean and exposed series of land." *Initial Rep. of the DSDP*, 42 (1): 897-901.
- BOURROUILH, R. 1970.- "Découverte d'Oligo-Miocène inférieur continental à Minorque. Conséquences paléogéographiques et tectoniques." *C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 7: 247-248.
- BOURROUILH, R. 1973.- "Stratigraphie, sédimentologie et tectonique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Baléares). La terminaison nord-orientale des Cordillères Bétiques en Méditerranée occidentale". These d'Etat. Paris, 2 vols. 822 pp.
- BOURROUILH, R. y COLOM, G. 1968.- "Sur l'âge du Miocène du Sud de Minorque." *C.R. Soc. Géol. Fr. Fasc.* 5: 150-152.
- BOURROUILH, R.; J.P. CHEVALIER y D. MONGIN 1972.- "Données sédimentologique et paléontologiques sur les Vindobonien du Nord de Minorque (Baléares)." *C.R. Acad. Sc. Paris*. 275: 1955-1958.
- BOURROUILH, R. y MAUFFRET, A. 1975.- "Le socle immergé des Baléares (Espagne) données nouvelles apportées par des prélèvements sous-marins." *Bull. Soc. Géol. France* 17 (6): 1126-1130.
- CAMBELL, C.V. 1966.- "Truncated wave-ripple laminae". *Journ. of Sed. Petr.*, 36: 825-828.
- FALLOT, P. 1923.- "Le problème de l'île de Minorque." *Bull. Soc. Géol. Fr.* 4a. ser., 3-44.
- FALLOT, P. 1933.- "L'enllaç de Menorca amb les cadenes alpines." *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 23: 316-321.
- HERMITE, H. 1879.- "Etudes géologiques sur les îles Baléares. Première partie Majorque et Minorque." Vol. de 362 p., París. Traducido en *Bol. Com. Mapa Geol. Esp.* (1888), 15: 1-233, Madrid.
- HOLLISTER, J.S. 1934.- "Die Stellung der Balearem im variscischen uns alpinen Orogen." *Abh. Ges. Wiss. Gottingen.* 3 (10): 122-154. Traducido en *Publ. Alem. Geol. Esp.* (1942). Madrid.
- LLOMPART, C. 1982.- "Los nódulos algales (rodolitos) del Neógeno de la Cala Binidali (Menorca)". *Estudis Balearics*, 2 (5): 31-41.
- LLOMPART, C. (en preparación).- *Amphione bioculata* (DES-MOULINS) del Mioceno del Port de Maó (Menorca).
- LLOMPART, C. y CALZADA, S. (en prensa).- Braquiópodos messinienses de la isla de Menorca. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*
- LLOMPART, C. y MERCADAL, B. (en preparación). Presencia de *Aetobatus* en la serie miocénica del Port de Maó (Menorca)
- NOLAN, H. 1895.- "Structure géologique d'ensemble de l'Archipel Baléare." *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3 ser., 23: 76-91, Reproducido en *Bol. Com. Mapa Geol. Esp.* 1897, 22: 101-102, Madrid.
- NOLAN, H. (1933).- "Nota sobre diversos puntos de la geología menorquina para dilucidar y comprobar." Trad. F. Castaños (1932) *Rev. Menorca* 5 ép. 28: 152-159. OBRADOR, A.
- OBRADOR, A. 1970.- "Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la isla de Menorca". *Acta Geol. Hisp.* 5 (1): 19-23.
- OBRADOR, A. 1972-73.- "Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la isla de Menorca". *Rev. Menorca*. 1972. 2on. semestre: 137-197, 1973 1er semestre 35-97, y 2on. semestre: 125-189. Mahón.
- OBRADOR, A. y MERCADAL, B.- "Nuevas localidades con fauna ictiológica para el Neógeno menorquín". *Acta Geol. Hisp.*, 8 (4): 115-119.
- POMAR, L. 1980.- "Ensayo de un nuevo modelo para la evolución tecto-sedimentaria de las Baleares". *Acta Geol. Hisp.* Homenatge a Lluís Solé Sabarís. 14: 293-310.
- ROSELL, J.: OBRADOR, A. y MERCADAL, B. 1976.- "Las facies conglomeráticas del Mioceno de la isla de Menorca." *Bol. Soc. Hist. Nat. Balear* 21: 76-93.
- RIBA, O. 1981.- "Aspectes de la geologia marina a la Conca mediterrània Balear durant el Neògen". *Mem. Reial. Acad. Cien. i Arts. de Barcelona*, 45 (1): 102 pp.
- VAIL, P.R.; MITCHUM, J.R. y THOMPSON, III, S. 1977.- "Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level part. 4: Global Cycles of Relative Changes of Sea Level." in "Seismic Stratigraphy", A.A.P.G., *Memoir* 26: 83-97.
- WALKER, R.G. 1980.- "Facies Models." *Geoscience Canada, Reprint Series 1*, 211 pp.

Recibido, 8 de febrero 1983