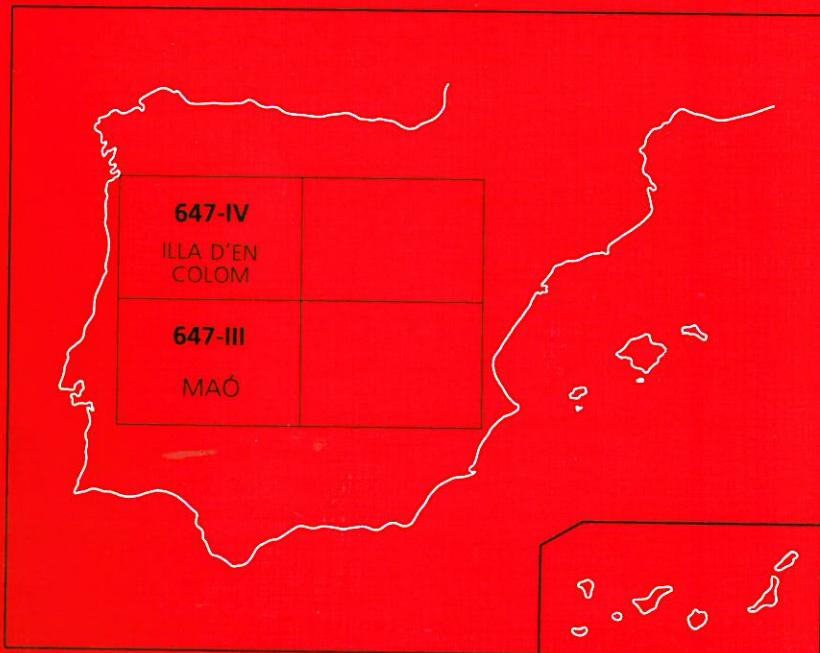




# MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

Segunda serie - Primera edición



ISLA DE MENORCA

# MAÓ

El Instituto Tecnológico GeoMinero de España, ITGE, que incluye, entre otras, las atribuciones esenciales de un "Geological Survey of Spain", es un Organismo autónomo de la Administración del Estado, adscrito al Ministerio de Industria y Energía, a través de la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales (R.D. 1270/1988, de 28 de octubre). Al mismo tiempo, la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica le reconoce como Organismo Público de Investigación. El ITGE fue creado en 1849.

Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

# MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

MAÓ

Primera edición

MADRID, 1989

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Universidad Autónoma de Barcelona (Dpto. de Geología, Área de Estratigrafía) y la División de Geología del I.T.G.E., habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores.

## Autores

- Universidad Autónoma de Barcelona  
Joan Rosell  
David Gómez-Gras
- Instituto Tecnológico y Geominero de España  
Emilio Elízaga

## Colaboradores

- José Arribas (Univ. Complutense). Petrografía.
- Jean P. Collins (Exxon). Micropaleontología de ostrácodos.
- Peter Hochuli (Exxon). Palinología.
- Hans Peter Luterbacher (Univ. de Tübingen). Micropaleontología general.
- Carmen Llompart (Univ. Autónoma de Barcelona). Macropaleontología general.
- Sergio Rodríguez (Univ. Complutense). Paleontología de corales del Paleozoico.
- José Trilla (Univ. Autónoma de Barcelona). Geomorfología y Cuaternario.
- M.ª Luisa Valls (Univ. Autónoma de Barcelona). Geomorfología y Cuaternario.
- Daniel Vachard (Univ. des Sciences et Techniques de Lille). Foraminíferos del Paleozoico y Triásico.
- Josep Wieczorek (Sociedad Geológica Polaca). Paleontología de nerineidos.

Se pone en conocimiento del lector que en el Centro de Documentación del I.T.G.E. existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, micropaleontológicos y sedimentológicos de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle.
- Fichas bibliográficas, álbum de fotografías y demás información varia.

El I.T.G.E., dadas las características especiales de la isla de Menorca y la división del territorio del Mapa Topográfico Nacional, E. 1:50.000, ha optado por realizar la cartografía a escala 1:25.000 con el deseo de que ésta pueda ser más adecuada para su utilización.

Fotocomposición: Laxes, S.A.

Imprime: Gráficas Marte, S.A.

Depósito legal: M-34.565-1990

NIPO: 232-89-010-6.

## ÍNDICE

	<i>Páginas</i>
1. INTRODUCCION .....	5
2. ESTRATIGRAFIA .....	7
2.1. Paleozoico .....	7
2.1.1. Carbonífero (C <sub>d</sub> , C <sub>c</sub> , C <sub>f</sub> ) .....	7
2.1.2. Pérmico (P) .....	13
2.1.2.1. Generalidades .....	13
2.1.2.2. La serie de Montgofre Vell .....	13
2.2. Mesozoico .....	14
2.2.1. Triásico .....	14
2.2.1.1. Facies Buntsandstein (B <sub>1</sub> y B <sub>2</sub> ) .....	15
2.2.1.2. Facies Muschelkalk (M) .....	17
2.2.1.3. Facies Keuper (K) .....	18
2.2.2. Jurásico (Jm y J) .....	19
2.3. Terciario .....	19
2.3.1. Mioceno .....	20
2.3.1.1. Unidad inferior conglomerática (Mg) .....	21
2.3.1.2. Unidad intermedia (Mc) .....	22
2.3.1.3. Unidad superior arrecifal (Ma) .....	22
2.4. Cuaternario .....	22
2.4.1. Dunas (D) .....	22
2.4.2. Travertinos (T) .....	23
2.4.3. Playas (Q, P) .....	23
2.4.4. Aluvial-coluvial (Q <sub>2</sub> Al-C) .....	23
2.4.5. Albuferas (Ab) .....	23
3. GEOMORFOLOGIA .....	24
4. TECTONICA .....	26
4.1. Estructuras hercianas. La serie Culm .....	27

	<i>Páginas</i>
4.2. La Tectónica Alpídica .....	28
4.2.1. Generalidades .....	28
4.3. Tectónica finitriásica-Jurásico inferior .....	28
4.4. Tectónica post-Cretácico (Eocénica?) .....	28
4.5. Tectónica Oligoceno superior?-Mioceno inferior .....	29
4.6. Neotectónica .....	29
5. GEOLOGIA HISTORICA .....	30
5.1. Introducción .....	30
5.2. Paleozoico .....	30
5.3. Mesozoico .....	31
5.4. Cenozoico .....	32
6. GEOLOGIA ECONOMICA .....	33
6.1. Minería .....	33
6.2. Canteras .....	34
6.3. Hidrogeología .....	34
7. BIBLIOGRAFIA .....	35

## 1. INTRODUCCION

La isla de Menorca, la segunda en extensión en el archipiélago balear, posee 702 km<sup>2</sup> de superficie. A causa de su posición geográfica queda dividida en siete cuadrículas que delimitan las hojas 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional y cuya cartografía es la base del MAGNA (fig. 1). La Hoja 1:50.000, núm. 647, denominada Maó comprende dos Hojas del Mapa 1:25.000, la de Illa d'en Colom al N y la de Maó al S, donde se sitúa la capital administrativa, junto a su bello puerto, así como el aeropuerto. El área abarcada por estas Hojas corresponde a la parte más oriental de la isla de Menorca.

Menorca se encuentra dividida en dos regiones con diferencias bien marcadas por la distinta composición geológica de sus terrenos. La región de Tramuntana al N, de relieve montañoso, está constituida por materiales paleozoicos y mesozoicos. La región de Migjorn al S, de relieve tabular, está constituida por materiales cenozoicos (ver esquema regional).

Los materiales del Paleozoico de la isla son resedimentados. Los menos abundantes son carbonáticos. Están formadas por calizas micríticas negruzcas que, a juzgar por las estructuras internas que presentan sus capas, son el producto de resedimentación a partir de suspensiones turbulentas diluidas. Los más abundantes son siliciclásticos, que corresponden a verdaderas series turbidíticas derivadas de plataformas deltaicas. Completan el cuadro geológico del Paleozoico rocas volcánicas (seguramente resedimentadas en forma de olistolitos) y masas de radiolaritas, calizas, pizarras y coladas fangosas, integradas en un conjunto olistostómico intercalado en la serie turbidítica.

Encima de los materiales paleozoicos (de edad Silúrico superior?, Devónico y Carbonífero) descansa, en clara discordancia angular, sucesivamente, la serie pérmica, triásica, jurásica, cretácica y miocénica (BOURROUILH, 1973; LLOMPART *et al.*, 1979-80).

El Pérmico y las facies Buntsandstein forman un potente nivel de capas rojas. Se halla separado del Paleozoico por una superficie de erosión (discordancia) tapizada por un nivel conglomerático de cantos cuarcíticos que marca su base (BOURROUILH, 1973).

El Triásico, germánico, se presenta con los típicos tres niveles: el inferior rojo de facies Buntsandstein, el intermedio calizo de facies Muschelkalk y el superior margoso, y evaporítico, de facies Keuper (LLOMPART *et al.*, 1979-80).

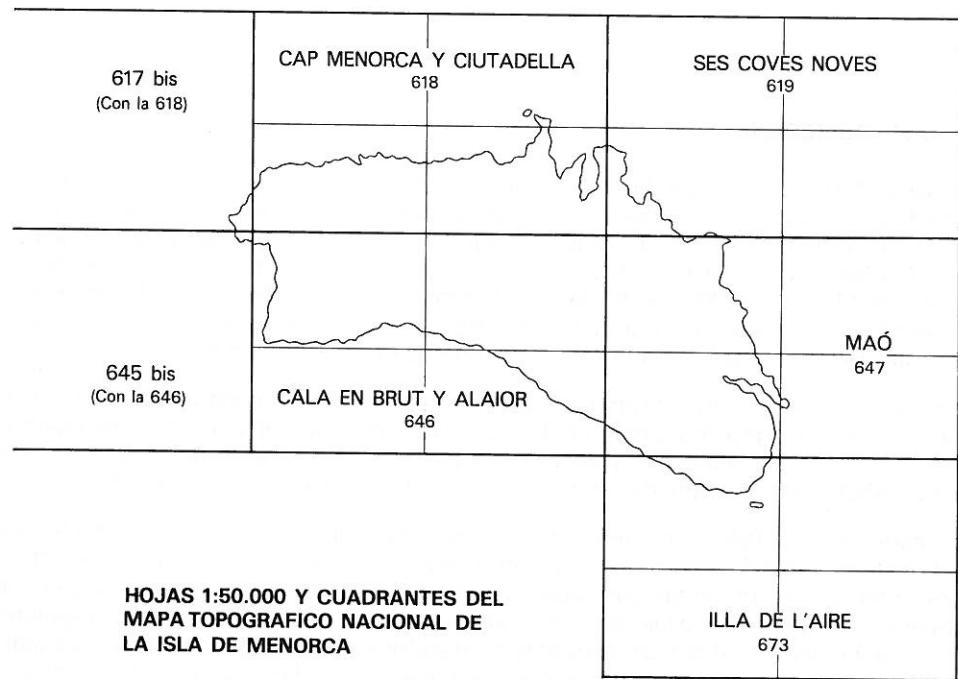


FIGURA 1

El Jurásico está formado por una serie fundamentalmente dolomítica, en cuya parte media se intercalan niveles de calizas (ya micríticas, ya oolíticas) y de margas con fauna de braquiópodos (BOURROUILH, 1973; LLOMPART, 1979 y 1980).

El Cretácico, calizo y margoso, presenta tan sólo la parte inferior de este sistema. Es de señalar que hacia el techo se le intercala un nivel de ammonites piritosos (limonitzados) de edades mezcla de los pisos más altos del Cretácico inferior (SANCHEZ, 1977).

En la isla no afloran materiales depositados entre el Cretácico inferior y el Mioceno. Cabe señalar que en la región de «Tramuntana» tan sólo existen preservadas pequeñas masas de Mioceno, que rellenan fosas tectónicas formadas dominante por conglomerados, de facies aluviales y raramente por calizas arrecifales. Algunas de estas formaciones cartográficas han sido atribuidas al Oligoceno (BOURROUILH, 1973).

La zona de «Migjorn» está formada por una compleja plataforma carbonatada, localmente arrecifal, transgresiva (solapante), ya sobre facies conglomeráticas basales del Mioceno (*fan deltas*), ya sobre cualquier otro sedimento anterior. El límite entre ambas zonas parece ser un límite estructural, quedando la zona de Migjorn hundida y la zona de Tramuntana levantada.

Este límite estructural, posiblemente compuesto por un escalonamiento de fallas directas, cuyo movimiento tuvo su inicio en el Oligoceno y se prolongó hasta el Mioceno inferior, viene marcado por las partes apicales de un sistema aluvial o de *fan delta* que caracteriza la unidad inferior del Mioceno (BOURROUILH, 1973; OBRADOR, 1973; ROSELL&LLOMPART, 1983, y OBRADOR *et al.*, 1983).

El área abarcada por los mapas de esta Hoja corresponden a la parte más oriental de las isla de Menorca. En ella, además, está situada la capital administrativa de Maó cuyo puerto natural y aeropuerto constituyen los dos puntos más importantes de comunicación de la isla.

## 2. ESTRATIGRAFIA

### 2.1. PALEOZOICO

En el área abarcada por las Hojas afloran materiales del Paleozoico (Carbonífero y Pérmico). Corresponde a la única parte de Menorca en que aflora una magnífica serie carbonífera de facies «Culm» propiamente dicha.

#### 2.1.1. Carbonífero (C<sub>d</sub>, C<sub>c</sub>, C<sub>f</sub>)

La serie del Carbonífero de Menorca puede dividirse en dos partes diferenciadas en el tiempo y en el espacio (forman «manchones» separados). La inferior, o sea la más antigua, aflora en la parte central de la isla y la superior en la más oriental. Esta diferenciación queda además manifiesta por su grado de tectonización y su composición.

Mientras la inferior está fuertemente afectada por la tectónica herciniana, a la superior, probablemente, le afectaron deformaciones tardihercínica distensivas que se prolongaron hasta el Pérmico, condicionando la morfología de la cuenca sedimentaria. No obstante, las reducidas dimensiones del área aflorada no permiten constatar de manera inequívoca este hecho.

Su composición es asimismo distinta. Mientras la serie más antigua presenta abundantes capas y niveles de calizas (micríticas) intercaladas en las turbiditas siliciclásticas, la más moderna (oriental) está formada en su casi totalidad por turbiditas siliciclásticas.

La serie carbonífera oriental está compuesta por sucesión de cuerpos areniscosos, de granulometría gruesa a microconglomerática, canaliformes, intercalados en sedimentos más finos formados por niveles de areniscas de granulometría fina y pelitas (OBRADOR *et al.*, 1978).

La serie posee un espesor que se ha evaluado en unos 2.000 m y está formada por cuerpos canalizados mayores, que se les ha denominado, de abajo a arriba: canal de Favaritx, canal de Montsenya Viva, Cala Cavaller, canal de Es Colomar, Illa d'en Colom, complejo canaliforme de Punta de Sa Cudia/ Punta de Sa Galera, canales de Binillautí/Es Pa Gros de Sa Mesquida, canal de Es Murtar y canales de Es Cap Negre/Ses Aligues.

#### *Facies y características genéticas de los canales ( $C_d$ , $C_c$ )*

Los cuerpos canalizados afloran prácticamente en la sección transversal. Aunque ninguno aflora en su totalidad, su anchura puede evaluarse en un mínimo de 5 km. Estos canales transcurren por amplias depresiones producto de una tectónica distensiva funcionante. Las corrientes de turbidez que por ellos circulaban dejaban de su transporte como testigo los depósitos residuales y los de desbordamiento, sedimentando la mayor parte del volumen de sedimentos fuera del área canalizada (hacia el SW) construyendo los lóbulos. Otras veces funcionaban como áreas de sedimentación, rellenándose, dando lugar a paleocanales y paralizando, aunque localmente, el sistema.

Lateralmente la morfología canaliforme queda mal definida, pues las gruesas capas de areniscas groseras van acuñándose al mismo tiempo que va aumentando la proporción de las capas de areniscas de grano fino y de pelitas intercaladas, que en el eje del canal, por otro lado, son prácticamente inexistentes. Esta transición entre las facies de canal y los depósitos de margen de canal v de desbordamiento confiere un aspecto de «deshilachamiento» lateral de canales.

En los cuerpos canaliformes pueden distinguirse los siguientes tipos de facies:

##### a) *Conglomerados ( $C_d$ )*

A excepción de las capas de microconglomerados asociados a las turbiditas siliciclásticas muy densas, los conglomerados, raros en la serie, forman dos tipos diferentes de niveles:

a,) Conglomerados residuales:

Corresponden a los niveles conglomeráticos residuales que derivan de coladas fangosas. A medida que viajaban los granos de granulometrías más finas de las coladas fangosas se ponían en suspensión, dando lugar a una turbidita diluida, y los cantes, en masa, por colapso, eran abandonados en el camino. Estos conglomerados en una colada fangosa implican la existencia corriente abajo de una turbidita diluida. Uno de estos niveles de conglomerados aflora en el Clot d'en Mora, ya en la parte alta de la serie, y está formado por cantes de hasta 25 cm de diámetro dispuestos irregularmente, (tocándose los unos a los otros, es decir, sin matriz). Están constituidos dominantemente por rocas cuarcíticas y, en menor proporción, por volcánicas e intrusivas.

Algunas veces estos conglomerados, con cantes de tamaño menor, pero asimismo relacionados con el relleno de áreas canalizadas, se hallan organizados en pequeñas barras. Ello indica que fueron, luego de su depósito, tractados ya sea por la cola de la corriente que los depositó, ya por corrientes sucesivas.

a<sub>2</sub>) Conglomerados producto de coladas fangosas (*debris flow*):

En la base de los cuerpos canalizados existen a veces depósitos conglomeráticos derivados de coladas fangosas formadas por cantes de diversa naturaleza. Los cantes (de 3 m de diámetro máximo) están formados por turbiditas de facies finas arrancadas de su sustrato durante el transporte. Dominan los de cuarzo blanco, y en menor proporción la forman cantes de rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias. Se hallan unidos por una matriz pelítica areniscosa negruzca. Forman masas lenticulares con su contacto superior muy irregular.

Los afloramientos más importantes por su potencia y extensión son los de la base del canal d'Es Pa Gros de Sa Mesquida y los del complejo canalizado de Es Murtar y del Clot d'en Mora-Cala Llonga.

b) Areniscas (C<sub>2</sub>)

b<sub>1</sub>) Areniscas gruesas:

Están formadas por capas gruesas, de hasta 5 m de espesor, con granulometría gruesa, a veces microconglomeráticas en la base y, localmente, con gran abundancia de cantes pelíticos. Y en el techo granulometría media y, en muy raras ocasiones, granulometría fina.

La mayor parte de las capas están formadas por un intervalo inferior con granoselección del tipo *coarse tail grading*, un intervalo con laminación paralela, que presenta a veces estructuras de licuefacción y, finalmente, con un cambio brusco granulométrico a arena media, un pequeño intervalo de *ripples*, a menudo mal preservado. Este último intervalo, así como la parte pelítica del estrato, pueden faltar ya sea porque no se depositaron, ya porque la corriente sucesiva o sucesivas los hayan erosionado (truncado) por completo. Los contactos inferiores son siempre erosivos, a veces produciendo incisiones importantes. Es muy frecuente encontrar pseudonódulos generados en la base de una turbidita de una

granulometría muy gruesa originados por carga incluidos en la arenisca de granulometría menor de la turbidita inmediatamente infrayacente. A veces, tan sólo se ha preservado una alineación de pseudonódulos restos de una capa espesa de una turbidita concentrada, parcial o totalmente erosionada. Cuando ha sido parcialmente erosionada, los restos de la capa turbidítica presentan frecuentemente signos de que sus granos han estado sometidos a un proceso de tracción en el fondo.

Corresponden a las facies B<sub>1</sub> y C<sub>1</sub>, de MUTTI & RICCI LUCCHI (1975), originadas a partir de suspensiones turbulentas muy concentradas.

Estas capas son características de las partes axiales de los canales.

En el eje de los canales, prácticamente nunca se hallan intercaladas facies finas entre las capas de granulometrías gruesas. Estas intercalaciones de facies finas van apareciendo a medida que alcanzamos partes marginales de los canales, donde las facies finas van predominando hasta desaparecer las gruesas.

Nunca se ha observado una organización cíclica; no obstante, cada grupo de capas que fosiliza una área canalizada presenta en la vertical una cierta organización granodecreciente, al mismo tiempo que, en general, el espesor de los estratos disminuye.

En las zonas marginales de los canales existen los siguientes tipos de facies:

1. Facies tractivas B<sub>2</sub> y E (*sensu* MUTTI & RICCI LUCCHI, 1975)

Capas formadas siempre por areniscas de grano grueso o microconglomeráticas. Son frecuentísimos los cantos de pelita.

Su potencia es variable, pues va desde 4-5 cm en las facies E a unos 2 m como máximo en las B<sub>2</sub>. Lo más frecuente es entre 5 y 8 cm para la E y de 20 a 80 cm para la B<sub>2</sub>.

La geometría es fuertemente lenticular, con un marcado acuñamiento visible en multitud de ocasiones a la escala del afloramiento. La base es plana y el techo ondulado, con morfología de dunas (*sand wave*) en la B<sub>2</sub> y de *ripples* en las E. Los lentejones, geométricamente, pueden ser de leve a fuertemente disimétricos, con la pendiente a sotavento mucho más acusada. Pueden hallarse aislados en lutita o conexionados.

Presentan laminaciones oblicuas a gran escala y generalmente un solo grupo de láminas, que tienden a ser asintóticas respecto a la base. A veces esta laminación viene marcada por la existencia a lo largo de la misma de cantos de pelita aplanados. Son, pues, frecuentes las superficies de reactivación. En las facies E las láminas oblicuas no son por lo general visibles, debido al tamaño granulométrico.

Frecuentemente existe un paso lateral desde las dunas (*sand waves*) que caracterizan las facies B<sub>2</sub> a la forma de tamaño *ripple* características de las facies E.

Se han originado por tracción sobre el fondo de materiales sedimentados previamente. Esta tracción está originada ya por la cola de la propia corriente que depositó los materiales, ya por una corriente o por corrientes posteriores.

Se localizan en las áreas marginales de los canales formando el verdadero *levée* o margen de los mismos debidos al desbordamiento del canal. Con menor frecuencia se hallan en el fondo de los mismos con testimonio de *by passing* de corrientes de turbidez.

## 2. Secuencias de BOUMA incompletas ( $C_1$ )

Junto a las facies tractivas originadas en los márgenes de los canales se asocian capas delgadas de turbiditas (TBT) de facies  $D_1$ ,  $D_2$  y  $D_3$  (*sensu* MUTTI y RICCI LUCCHI, 1975). No obstante, asimismo, existen capas aunque raras de facies  $C_2$  que corresponden a secuencias completas de BOUMA. Dentro de las facies D, las más frecuentes son las  $D_1$  y  $D_2$ . Ambas, la primera con el intervalo de laminación paralela inferior y la segunda iniciando su base con el intervalo de *ripples*, presentan muy desarrollado el intervalo de *climbing ripples* y la transición de éstos a la laminación paralela superior. Las capas poseen un espesor de orden decimétrico y las granulometrías mayores corresponden siempre a arena de tipo fino.

En las zonas de inundación entre canales existen las siguientes facies:

### Calizas

Las calizas son muy escasas, se encuentran en esporádicas capas especialmente intercaladas en la base (Cap de Favaritx). Son de textura micrítica, de color negruzco y se presentan a capas con un contacto inferior plano y uno superior ondulado. Se adivinan láminas paralelas y cruzadas a pequeña escala y bajo ángulo. Se han interpretado como producto de suspensiones turbulentas muy diluidas procedentes de un área fuente (carbonática) distinta de la que proceden las turbiditas siliciclásticas (deltaica).

### Facies finas (TBT)

Son capas de orden máximo decimétrico, pero por lo general centimétrico y a veces milimétrico.

Las primeras presentan una secuencia que se inicia en la base con el intervalo de *ripples*. No obstante, a veces y coincidiendo con desbordamientos muy abundantes, se pueden presentar capas que se inician con el intervalo de láminas paralelas e incluso, en muy raras ocasiones, capas con la secuencia completa de BOUMA, es decir, con el intervalo granoclásificado basal preservado.

Por lo general, las capas son centimétricas o milimétricas y con granulometrías que van de arena muy fina o limo a pelita. Estas capas sólo presentan laminaciones *ripples* y en algunos casos láminas sinuosoidales. La estratificación es de *wavy* a *linsen*, siendo muy frecuente encontrar una estratificación lenticular con los lentejones (de hasta 10-15 cm de longitud a 0,5-2-3 cm de altura) aislados.

A veces se les intercalan tramos con tan sólo el intervalo pelítico preservado, originados a partir de varias suspensiones muy diluidas. La separación entre una avenida y la siguiente viene dada generalmente por una intensa bioturbación figurativa, que es la causante de la estratificación.

## EDAD

La edad de esta serie carbonífera es difícil de precisar con exactitud.

En ella se han encontrado restos de trilobites «*in situ*» y de flora resedimentada. Se ha intentado la datación por esporas muestreándose la base y el techo de la misma. En las muestras las esporas están oxidadas («*Barren*»), no pudiéndose obtener determinaciones significativas.

Los trilobites (cala de Morella Nou) corresponden a moldes internos atribuibles a *Drevermannia* sp. aff. *Dr. pruvostii* RUD & RICHTER (determinación de J. GANDL que, con reserva, los data como del Viseense superior).

Los restos de macroflora (Cala Es Murtar) corresponden a tallos de *Archaeocalamites*.

## Interpretación sedimentológica

En esta serie turbidítica son muy escasas las estructuras de base (*tool marks*) de los estratos. Esto dificulta la obtención de paleocorrientes. No obstante, dada la posición de los cuerpos canalizados, unido a las paleocorrientes medidas, puede asegurarse que el área fuente de los materiales se situaba al N de la isla.

A juzgar por la proporción relativamente alta de restos vegetales en distintos niveles de la serie turbidítica, el área fuente de las mismas debía corresponder a un sistema deltaico. Su origen, pues, debe buscarse en la destrucción y resedimentación de los materiales que formaban este hipotético sistema deltaico.

La presencia de abundantes facies de desbordamiento, originadas por corrientes que han circulado por los canales, es testimonio de que «corriente abajo» deben existir formaciones turbidíticas deposicionales («lóbulos»).

Aunque el área de afloramiento, con respecto al total del sistema turbidítico, es de muy reducida extensión, y en la base a las pequeñas deformaciones sinsedimentarias que presentan estos materiales, nada tendría de extrañar que la paleogeografía que condiciona la geometría de estos depósitos estuviera impuesta por una tectónica hercínica de distensión, relativamente tardía.

## Composición petrográfica de los sedimentos turbidíticos

La composición de las areniscas de los canales de las turbiditas es muy monótona, perteneciendo al grupo de las litoarenitas y sublitoarenitas, con un contenido considerable de plagioclasa sódica (albita). Los fragmentos de rocas son de litologías variadas, dominando los fragmentos de rocas metamórficas y metasedimentarias, así como fragmentos de rocas granudas (plutónicas?) y volcánicas espilíticas.

Cabe señalar, en las capas de granulometría gruesa que forman los canales, la abundante frecuencia de nódulos fosfatados. A veces, estos nódulos han sido retrabajados y entran a formar parte del intervalo más denso de la turbidita.

## 2.1.2. Pérmico (P)

### 2.1.2.1. Generalidades

La totalidad de los afloramientos de las facies rojas del Pérmico y facies Buntsandstein de la isla de Menorca se encuentran en la parte N o región de Tramuntana, y constituyen una gran parte de los materiales que afloran en esta región.

Abarcan todos los materiales de color fuertemente rojizo de la isla. El color y la morfología en cuestas, como consecuencia de estar formado por una alternancia de niveles de areniscas y pelitas, son la causa de que resalten fuertemente en el relieve.

El Pérmico descansa discordantemente sobre las turbiditas del Carbonífero. Estas presentan una fuerte rubefacción en las inmediaciones del contacto. La discordancia es angular y visible a la escala del afloramiento.

La base de la serie pérmica está formada por un conglomerado al que se le superponen pelitas con paleosuelos que presentan abundantes nódulos de costras carbonatadas (caliche).

Los materiales pérmicos, desde el punto de vista de sus facies, pueden dividirse en dos tramos:

- a) Uno inferior, fundamentalmente pelítico o con niveles lenticulares canaliformes, intercalados de areniscas y con asimismo de areniscas limitados por planos paralelos a la escala del afloramiento, que corresponden a depósitos de desbordamiento.
- b) Uno superior, en el que dominan los niveles de areniscas.

El contacto superior limítrofe con el Triásico es asimismo una superficie de discordancia marcada por una fuerte erosión de la serie pérmica, una discordancia angular a escala regional. Esta superficie se halla fosilizada por un conglomerado cuarzoso blanquecino, característico, en la isla, de la base de la serie triásica.

La laguna estratigráfica que esta discordancia implica, a juzgar por los estudios palinológicos de las muestras, abarca todo el Triásico inferior (Esquitense).

### 2.1.2.2. La Serie de Montgofre Vell

Esta serie se ha iniciado en las inmediaciones de la bifurcación de la carretera de Favaritx y el camino que conduce al Predio de Capifort. En este punto aflora el nivel conglomerático de la base de la serie pérmica. Se ha finalizado al pie de la sierra de Es Capell de Ferro al N del Predio de Santa Rita, en la pista que conduce a Montgofre Nou.

Tiene un espesor de unos 500 m, distribuidos de la siguiente manera:

— 5 m basales formados por conglomerados y areniscas groseras con cantos de cuarcita, cuarzo y lidita. Este nivel conglomerático se acumula en las depresiones de un paleorrelieve irregular, lo cual explica que sea discontinuo a lo largo de toda la base del Pérmico. La superficie de los materiales carboníferos, en el contacto con el Pérmico y sus inmediaciones,

se hallan fuertemente rubefactados. En el techo es frecuente encontrar paleosuelos con costras de carbonatos (caliche).

— 420 m. Serie fundamentalmente pelítica con intercalaciones de niveles de areniscas. Estos niveles son de dos tipos diferentes: unos canaliformes organizados en ciclos grano y estratodecrecientes, a veces conglomeráticos en la base o con granulometría gruesa; se les aprecia casi siempre acreción lateral. Se han interpretado como paleocanales, tipo *point bar*, es decir, originados por ríos meandriformes. Los otros, limitados por superficies planoparalelas, tienen una granulometría fina a muy fina, y presentan siempre *climbing ripples* y más raramente, hacia la base, laminaciones paralelas; se han interpretado como capas producto del desbordamiento. La serie pelítica se halla siempre muy cubierta por los campos de cultivo, pero, a veces, se aprecian restos de paleosuelos. Una muestra obtenida a 285 m de la base (D-76) ha proporcionado esporas del Pérmico superior.

— 75 m. Tramo dominante areníscoso (sobre el que se halla construido el predio de Santa Rita) con intercalaciones de niveles pelíticos. Las areniscas están organizadas en niveles, cada uno de los cuales está formado por un ciclo grano y estratodecreciente. Si bien, por sus facies podría interpretarse como depositado bajo un régimen fluvial trenzado, por la presencia de abundantes capas de desbordamiento de areniscas finas intercaladas en estos ciclos de areniscas canalizadas, se ha interpretado como depositadas bajo un régimen meandriforme con subsidencia muy lenta.

### *Composición petrográfica*

Las areniscas pérmicas en esta parte de la isla son cuarzoarenitas y sublitoarenitas. Se caracterizan por presentar esencialmente cuarzo y fragmentos de roca, entre los que dominan los derivados de rocas metamórficas. Como minerales pesados presentan turmalina y círcón. Es de notar la ausencia total de feldespatos. El cemento, por lo general, es dolomítico y silíceo. La matriz es arcillosa, predominando la caolinita y la illita.

Estas areniscas son resedimentadas, habiendo sufrido probablemente más de un ciclo de sedimentación.

## 2.2. MESOZOICO

En el área abarcada por la Hoja aflora tan sólo el Triásico y el Jurásico. Los materiales triásicos permiten un estudio detallado, los jurásicos, por el contrario, están cubiertos en su gran mayoría por bosque, lo que imposibilita, al no aflorar en la costa, la realización de cortes de detalle.

### 2.2.1. **Triásico**

Posee la típica facies germánica, es decir, formada por los tres tramos característicos: facies Buntsandstein terrígena y rojiza, facies Muschelkalk calcárea y facies Keuper margosa y evaporítica.

### 2.2.1.1. *Facies Buntsandstein (B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>)*

Están formadas por dos tramos bien diferenciados:

- a) El inferior, areniscoso masivo, de granulometría mediana, con esporádicos cantos incluidos en la arenisca y organizado en barras y raros canales.
- b) El superior, fundamentalmente pelítico, con niveles de areniscas canaliformes o planoparalelas intercalados.

#### *Nivel inferior (B<sub>1</sub>)*

Está constituido casi de forma monótona por areniscas de granulometría mediana. Son muy raras, las intercalaciones pelíticas, así como las conglomeráticas. Localmente, y hacia la base, presentan frecuentemente pequeños pavimentos de cantos de cuarzo blanco o bien cantos aislados incluidos en las areniscas. En el área abarcada por la Hoja, en el contacto con el Pérmico, son raros los niveles de conglomerados bien desarrollados, contrariamente a lo que ocurre en el extremo occidental de la isla. Cuando las superficies de estratificación son fuertemente erosivas es muy frecuente que las areniscas, inmediatamente suprayacentes a la superficie de erosión, presenten hacia su base abundantes cantos blandos. Asimismo, en la base de los canales a veces existen abundantes restos vegetales (troncos limonitzados).

Mientras el contacto basal de este tramo areniscoso con la serie pérmica es erosional y discordante, el superior con el tramo pelítico es transicional. El límite entre uno y otro es arbitrario, se ha situado al aparecer la pelita de forma ostensible en la serie.

Sus materiales están organizados en *barras* o cuerpos lenticulares con un solo grupo de láminas planares, asintóticas hacia la base y a veces distorsionadas por procesos de fluidificación, cortadas por canales con una estratificación en surco (*festoon*) a gran escala y, a veces, hacia la parte alta a mediana escala.

Las barras poseen una base plana o adaptada a la morfología preexistente y un techo abombado. A la escala del afloramiento raras veces se observan los acuñamientos y, frecuentemente, cuando la barra es cortada perpendicularmente a la dirección de crecimiento, da la impresión, aun siendo planar, de laminación paralela.

Los canales presentan una base fuertemente erosiva y un techo plano. Presentan, por lo general, cantos blandos en la base. La estratificación es *festoon* en la parte inferior y *ripple* en la superior, aunque ésta raras veces se encuentra preservada. El conjunto del tramo lo forman barras cortadas por canales, con dominio de las primeras sobre los segundos.

Las paleocorrientes tomadas en este nivel atestiguan una procedencia del material de un área situada al N y, sobre todo, NE del área estudiada (135 paleocorrientes medidas, apuntando la gran mayoría de ellas hacia el tercer cuadrante).

El mecanismo de sedimentación se ha efectuado por corrientes únicamente tractivas y utilizando material procedente de la erosión de una masa de sedimentos fundamentalmente arenosos. El sistema deposicional, en el cual tuvo lugar la sedimentación de este tramo, estaba formado por abanicos aluviales.

La edad de estas areniscas, a juzgar por el contenido palinológico existente en algunas muestras (pocas, en la mayoría las esporas están fuertemente oxidadas, haciendo imposible su reconocimiento) es Anisiense. Es de suponer, como se ha dicho anteriormente, que la discordancia entre este nivel y el Pérmico abarca una laguna estratigráfica de todo el Esquitense.

Este cuerpo de areniscas da lugar, dentro del área ocupada por las Hojas, a los relieves de Es Capell de Ferro, Puig Menor/Egipte y el Puig de Biniarroga, con una potencia que varía entre 150 m en el Puig Menor (Ses Penyes), 145 m en Sa Sella, 135 m en Es Capell de Ferro y 120 m en Sa Salina.

#### *Composición petrográfica del nivel inferior (B<sub>1</sub>)*

Estas areniscas pueden calificarse en su mayoría de cuarzoarenitas y, en menor proporción, de subarenitas y subarcosas. Se caracterizan por presentar cuarzo, fragmentos de rocas (metamórficas) y feldespatos potásicos y plagioclasas. Como minerales pesados presentan turmalina, círcón y rutilo. El cemento es, por lo general, silíceo y, en la parte alta, dolomítico, y más raramente de anhidrita, baritina y de calcita. La matriz es arcillosa, predominantemente de caolinita y en menor proporción de illita. Su elevado grado de madurez corrobora la idea de que hayan sufrido más de un proceso de sedimentación.

#### *Nivel superior (B<sub>2</sub>)*

El nivel superior del Buntsandstein está formado dominanteamente por pelitas en las que se intercalan niveles canaliformes de areniscas de grano medio. Estos niveles de areniscas se hallan organizados en ciclos estrato y granodecrescentes y una cierta acreción lateral. Estas características son las típicas de la sedimentación en canales de ríos meandriformes (*point bars*). Existen además capas de areniscas intercaladas, de granulometría fina a muy fina que presentan *climbing ripples* y láminas sinuosoidales y, muy raramente, láminas paralelas en la base. El contacto inferior es neto y el superior transicional. Se han interpretado como capas originadas por desbordamiento de los canales. Asociadas a estas capas con *climbing ripples*, y pasando materialmente a las mismas, existen, localmente, dunas de granulometría de grosera a microconglomerática formadas por granos de caliche y que se ha interpretado como los depósitos de margen o dique de los canales (*levées*). Son muy frecuentes, en los niveles pelíticos, los paleosuelos marcados generalmente por un desarrollo importante de nódulos de caliche.

#### *Composición petrográfica del nivel superior (B<sub>2</sub>)*

Este nivel está formado por dos tramos de composición petrográfica algo distinta: En la parte occidental, en el corte de Ses Penyes, las areniscas de la parte media corresponden a una subarcosa con mucha matriz de cantos blandos (nivel de encrustamiento), presentan feldespato potásico y plagioclasa y, como minerales pesados, clorita, turmalina y círcón. En la parte oriental, en el corte de Es Capell de Ferro, la composición petrográfica varía

ligeramente y las areniscas de la parte media de la serie corresponden a sublitoarenitas con cuarzo y fragmentos de roca (metamórficos y volcánicos); los minerales más frecuentes de la fracción densa son turmalina y circón, y la matriz es escasa y el cemento es silíceo y ferruginoso (siderita).

La potencia de este nivel superior varía entre 73 m en la serie de Ses Salines, 92 m en Es Capell de Ferro y 130 m en Ses Penyes (Puig Menor).

#### 2.2.1.2. *Facies Muschelkalk (M)*

En las facies Muschelkalk se incluyen los materiales carbonáticos del Triásico. Así como en el conjunto del Muschelkalk de la isla pueden diferenciarse dos barras carbonatadas separadas por un nivel terrígeno, en el área ocupada por la Hoja sólo existe la barra superior. Esta barra es incipiente al N de Monte Toro y adquiere un cierto grado de desarrollo en Algaiarens, en el extremo occidental de la isla. La barra superior, no obstante, no sólo se encuentra en toda la isla, sino que en todos los afloramientos existe idéntica sucesión de facies, lo que facilita enormemente la correlación en base a criterios únicamente litoestratigráficos.

La serie estratigráfica mejor conocida del área abarcada por la Hoja es la de Turdonell de Dalt. Fue estudiada por BOURROUILH (1973) y más tarde por LLOMPART *et al.* (1987).

Está compuesta, de abajo a arriba, por los siguientes niveles:

- 25 m de calizas algo dolomíticas grises, micríticas, con abundante bioturbación, en especial en la parte alta, y con crecimientos y laminaciones algales a lo largo de todo el nivel. En los 5 m basales presentan moldes internos de gasterópodos. A 13 m de la base existe un nivel de 2 m de espesor con estratificación lenticular y bioturbado. En el techo de este nivel existe una concentración de grandes nódulos arriñonados de-sílex de color beige y pátina blanca.
- 25,5 m de calizas micríticas grises bioturbadas con estratificación de mediana a fina y con intercalaciones de capas de calizas de 0,5 m de espesor, que presentan en el techo indicios de paros sedimentarios con algo de mineralización de hierro.
- 6 m de calizas con estratificación fina, lenticular, con los lentejones muy bioturbados y deformados. Juntas de estratificación margosas amarillentas, en la base del nivel abundan los *Protrachyceras*.
- 5 m de dolomías masivas de grano medio ocre amarronadas, con contactos con su yacente y techo muy netos.
- 6 m de calizas grises con estratificación lenticular, muy bioturbadas, con juntas margosas amarillentas. Los *burrows* a veces borran por completo la estratificación. Hacia el techo la estratificación es muy visible y mediana.
- 6 m de dolomías de grano medio, tonos marrones y con estratificación mediana.
- Techo cubierto por vegetación.

La muestras obtenidas de esta serie dan una edad ladiense. La parte de la serie cubierta por vegetación, en los cortes de áreas más occidentales de la isla, pertenece al Carniense.

#### 2.2.1.3. *Facies Keuper (K)*

Las facies Keuper propiamente dichas afloran muy poco en el área abarcada por la Hoja. Los materiales margo-evaporíticos multicolores afloran tan sólo en Es Clot des Guix, entre las Estancias de Santa Margarida y de Sant Pere. Estas facies hacen transición a las del Muschelkalk por un aumento en la proporción de margas y por la aparición de evaporitas, al mismo tiempo que la serie se caracteriza por una somerización general. El hallarse este nivel cubierto por el margoso grisáceo con páginas amarillentas de la base de la serie jurásica, el formar en conjunto una unidad blanda en la cual se implantan campos de cultivo y, por sus características mecánicas, facilitar el despegue de las series suprayacentes, imposibilitan su observación detallada. Aunque cartográficamente forman ambas una unidad cartográfica muy bien definida, los afloramientos, para obtener una estratigrafía detallada, son prácticamente inexistentes.

#### 2.2.2. **Jurásico (Jm y J)**

Los materiales jurásicos, posiblemente por soportar un suelo vegetal bien desarrollado, pero no lo suficiente como para ser cultivado, están ocupados por áreas de bosque de pinos con un espeso sotobosque. Dado que sus materiales son explotados para la fabricación, las observaciones son únicamente puntuales, por lo general en las canteras.

No obstante, dentro de la serie jurásica general, aparte del nivel margoso inferior, afloran con predominio los tramos dolomíticos basales. En raras ocasiones ha podido constatarse la presencia de las calizas oolíticas, los niveles margosos con fauna de braquiópodos de la parte media de la serie y las dolomías encriníticas que coronan la serie jurásica de la isla.

##### *Nivel margoso basal (Jm)*

Este nivel de margas grisáceas con páginas amarillentas forma parte cartográficamente de la serie jurásica; es decir, están, desde el punto de vista tectónico, ligadas a la serie jurásica y no a la triásica. Aparte de formar, unido a los materiales de facies Keuper, un nivel de fácil despegue de las series suprayacentes, estas margas forman parte de la base de una serie discordante con la triásica. Por ello, aunque las muestras de ella obtenidas para un estudio palinológico no hayan dado restos de flora, las consideramos ligadas a la base del Jurásico.

##### *Nivel dolomítico inferior (J)*

Los primeros materiales duros, suprayacentes a las margas, los constituyen dolomías brechoides en las que es difícil observar incluso la estratificación.

Sobre ellos yacen dolomías masivas microcristalinas, en las que, a veces, existen niveles algo margosos amarillentos. Asimismo, aunque en raras ocasiones, pueden observarse restos de laminaciones que podrían atribuirse a algas. Estas laminaciones se hacen más abundantes hacia las partes altas.

### *Corte de S'Estancia d'Alcotx*

Uno de los pocos puntos en que los materiales jurásicos han proporcionado macrofauna, aunque sólo sea de braquiópodos, pero lo suficientemente característica, es en las inmediaciones de la casa de S'Estancia d'Alcotx. La localidad es conocida desde HERMITE (1879) y es citada y estudiada regionalmente por BOURROUILH (1973). LLOMPART (1979) publica la serie al mismo tiempo que estudia los restos paleontológicos del yacimiento.

La serie, en síntesis, es, de abajo a arriba, como sigue:

- Yacente. Nivel margoso gris amarillento de la base del Jurásico en Menorca.
- 30 m como mínimo de dolomías grises, localmente algo margosas y amarillentas. Son brechoides, carácter que se acentúa hacia la base.
- 5 m de margas dolomíticas con abundante cantidad de braquiópodos que lo datan como del Toaciense (LLOMPART, 1979).
- 5 m de calizas grises micríticas con restos de fauna (braquiópodos y crinoideos principalmente).
- 10 m (mínimo aflorado) de dolomías microcristalinas, grises con tinte ligeramente rojizo.

## 2.3. TERCIARIO

En Menorca tan sólo afloran materiales del final de la Era Terciaria. Pertenecen al Mioceno, aunque algunos niveles basales han sido atribuidos al Oligoceno.

### 2.3.1. Mioceno

En líneas generales la estratigrafía del Mioceno es conocida después de las tesis de BOURROUILH (1973) y de OBRADOR (1972-73), la primera más bioestratigráfica y la segunda sedimentológica. No obstante, la estratigrafía física del sector abarcado por las Hojas es conocida a partir del trabajo de ROSELL&LLOMPART (1983). En él se definen tres unidades con valor de secuencias deposicionales, separadas entre sí por sendas discordancias, situadas según los autores antes citados a -11,5 y -6,6 m.a.: una unidad inferior conglomerática, una intermedia calcarenítica y una superior arrecifal. Estas unidades son plenamente admitidas hasta la actualidad (OBRADOR *et al.*, 1983).

### 2.3.1.1. Unidad inferior conglomerática (Mg)

Aflora en una estrecha franja a lo largo del margen occidental del puerto de Maó, acuñándose hacia el S y quedando cubierta por la unidad suprayacente que la solapa hacia el N. Aflora, además, en la península de La Mola y en las islas del Rei y de Lazareto.

Su potencia máxima, medida en el fondo del puerto, alcanza unos 30 m. Esta potencia, salvo pequeñas variaciones, corresponde, en este sector, al mayor espesor observado para esta unidad. Hacia el SW, a juzgar por los datos suministrados por los pozos, disminuye rápidamente de espesor hasta desaparecer, posiblemente por acuñamiento, en las inmediaciones de la línea Punta Prima-Sant Lluis.

Su composición es dominantemente conglomerática, variando gradualmente de tamaño de canto desde la parte proximal a la distal. Los cantes están, en función del área fuente dominante paleozoica, formados por areniscas ya groseras, ya finas, procedentes de las turbiditas del Carbonífero. Los cantes de areniscas permotriásicas son raros y se hallan con una cierta frecuencia en el sector del Camí de Ronda y en la base del escarpe miocénico del barranco de Sant Joan, es decir, a medida que nos acercamos a los afloramientos permotriásicos que constituyen sus áreas fuente.

Estos conglomerados se han depositado en un medio de abanicos aluviales (OBRADOR, 1972-73; ROSELL *et al.*, 1976) procedentes del macizo paleozoico más oriental de la isla. Estos abanicos aluviales (*fan deltas*) se desarrollaron al pie de un acantilado posiblemente de origen tectónico limitado por fracturas, que, a juzgar por el pequeño desarrollo en potencia de estos conglomerados, actuaron durante un lapso reducido de tiempo.

Estos *fan deltas* presentan tan sólo las partes con facies proximales, capas producto de fuertes avenidas y depósito en masa y, en raras ocasiones, capas canalizadas con una cierta organización en ciclos granodecrescentes (facies de ríos *braided* mal desarrolladas). Estos niveles conglomeráticos se hallan separados por limos más o menos arcillosos, amarillentos y rojizos. Tanto en los limos como en los conglomerados son frecuentes las superficies de ferruginización interpretadas como paros más o menos prolongados de la sedimentación. En las partes que pueden considerarse más distales los conglomerados están organizados en barras con transición a materiales calcareníticos y areniscosos marinos que los limitan y que pueden interpretarse como verdaderas playas de cantes. En sus partes distales presentan abundantes restos de *Amphiope bioculata* DESM. estudiado paleoecológicamente por LLOMPART (1983). La posición de los cortes de estos cuerpos conglomeráticos dificulta la observación de las facies y sus transiciones laterales. Los afloramientos muestran una sección transversal de los mismos no lejos de las áreas apicales de los *fan deltas*.

Su edad es desconocida por no presentar fauna significativa. Esta apunta hacia un Mioceno medio (ROSELL & LLOMPART, 1983), aunque cabe asimismo la posibilidad de que, en parte o en su totalidad, pertenezca al Mioceno inferior. En este caso la laguna estratigráfica que implica la discordancia con el nivel suprayacente es mucho más importante de lo que se había supuesto.

### 2.3.1.2. *Unidad intermedia (Mc)*

Esta unidad es la que alcanza una mayor extensión de afloramiento en el área abarcada por la Hoja. Sobre ella se ha modelado la mayor parte del acantilado que limita el puerto por su margen occidental, dando lugar a un relieve prácticamente tabular que desde Maó y Es Castell se extiende hacia el aeropuerto.

Al igual que su yacente conglomerático, prácticamente no ha sido distorsionado por la tectónica. Su escaso buzamiento (probablemente la pendiente original de depósito) dificulta obtener series que permitan conocer la evolución lateral de las mismas. Su espesor máximo puede evaluarse, en el área ocupada por las Hojas, en un centenar de metros.

Yace discordante, solapándola, sobre la unidad conglomerática de la base del Mioceno menorquín. Este contacto es de difícil observación en afloramiento por presentarse los cortes naturales en el sentido perpendicular al de solapamiento, proporcionando un aspecto de paraconformidad.

Está compuesto dominante por calcarenitas blanquecinas, aunque localmente puede presentar una importante proporción de material terrígeno.

La característica sedimentológica más importante de la unidad es el elevado grado de bioturbación que presentan sus materiales. Cuando las estructuras sedimentarias primarias están preservadas se observa dominante la presencia de laminaciones cruzadas a bajo ángulo y en raras ocasiones estratificación sigmoidal. Asimismo, son esporádicas las superficies erosionales que pueden atribuirse a barras de canales. La presencia de láminas paralelas o cruzadas de bajo ángulo hace pensar en un sedimento dominado por acción del oleaje (playas) con transición a sedimentos bioturbados (OBRADOR, 1972-73).

Limita estas facies, hacia el mar, una barrera bioconstruida, alineada de E a W, que se extiende desde Es Rafalet hacia el aeroclub y aeropuerto, formado dominante por algas rodofíceas. Estas facies bioconstruidas, sin apenas trazas de estratificación, hacia el S, pasan transicionalmente a facies de talud arrecifal, es decir, a gruesas láminas inclinadas hacia el mar y con sus materiales, en su mayoría, bioturbados en su totalidad.

La edad de estos materiales debe situarse entre el Mioceno superior (Tortoniense según BIZON *et al.*, 1975).

### 2.3.1.3. *Unidad superior arrecifal (Ma)*

Aflora ampliamente en los dos extremos de la isla, es decir, en el área de Maó y en la de Ciutadella. Constituyendo una unidad expansiva y solapante sobre la anterior y separada de ella por una discordancia.

La base de la unidad presenta, por lo general, un nivel conglomerático de composición en función del área fuente, con abundante glauconita y restos de foraminíferos plactónicos.

Su potencia, en el área abarcada por las hojas, es de difícil evaluación, por tratarse de una sucesión de unidades. Cada unidad sedimentológicamente puede dividirse en dos partes: una bioconstruida, arrecifal, formada por corales y algas rodofíceas, con planos de estrati-

ficación inexistentes o difícilmente visibles, y otra formada dominantemente por la destrucción de la anterior con estratificación inclinada que forma el talud arrecifal.

Estas unidades, parte construida/talud arrecifal (con un espesor mínimo evaluable en una cincuentena de metros por unidad medidos sobre los estratos que forman el talud), se repiten, progradantes hacia el S, en número mínimo de siete, separadas por líneas de progradación muy marcadas observables en el área que se extiende desde el S de la línea Sant Lluis-S'Algar hasta el confín de la costa S. La unidad superior de barras, de OBRADOR *et al.* (1983), corresponde a la unidad de progradación más alta aflorada en la costa de la isla (Binibeca-Cap d'en Font...).

El talud arrecifal varía de composición según las áreas. En La Mola prácticamente todo él está formado por fragmentos de *Halimeda*. En el resto por calcarenitas, en las que abundan de una manera especial y a veces espectacular los restos de rodofíceas y briozoos, equiníndos, pectínidos y braquíópodos.

La característica más dominante es la presencia de una bioturbación muy intensa que borra las estructuras sedimentarias primarias. Cuando éstas pueden observarse (canteras de marés de Alcaufar) presentan estratificaciones pseudoparalelas cruzadas a bajo ángulo, producidas por el oleaje en estado normal del mar y estratificación *hummoky* originada por las olas en momentos de fuertes tormentas. El contenido paleontológico de este talud arrecifal ha sido estudiado por LLOMPART (1982 y 1983) y LLOMPART & CALZADA (1982).

Este sistema arrecifal puede correlacionarse con el desarrollado en otras áreas del Mediterráneo occidental durante el Messiniense.

## 2.4. CUATERNARIO

En esta Hoja de Maó, que comprende una fracción considerable de la isla de Menorca, falta alguno de los depósitos de dunas eólicas que se encuentran en la parte isleña cuyo límite con el mar se establece por la costa norte.

A pesar de ello y para mantener la uniformidad de nomenclatura, se han mantenido las mismas simbologías cronológicas relativas, lo que resalta a la vez las ausencias detectadas.

En general y en el conjunto de la Hoja, los depósitos cuaternarios son poco relevantes en lo que a extensión y por de pronto a potencias se refiere, a excepción de los depósitos de valle, que es la más extensa y recubre una parte, en sí misma, notable en la unidad norte de la Hoja.

### 2.4.1. Dunas ( $D_1$ , $D_3$ y $D_4$ )

Los depósitos de acumulaciones eólicas se agrupan en tres complejos de edades relativas seguramente bastante diferenciadas dentro del Cuaternario.

$D_4$ . Constituye las dunas más antiguas de esta Hoja. Están compuestas por calcarenitas duras, bien cimentadas, de color claro algo amarillento e incluso ocre en corte vertical

resguardado del agua de lluvia; contrariamente, el color es más claro. El tamaño de grano es de medio a grueso y su naturaleza es bioclástica.

Los afloramientos se encuentran desde unos diez metros sobre el nivel del mar hasta más de setenta metros por encima del nivel marino actual, como en La Mola, en el extremo norte, o encima de la Punta de Sa Font, en el límite norte.

En cuanto a su cercanía a la línea de costa actual, puede encontrarse prácticamente tocando al mar, como en el afloramiento de la Punta de Fra Bernat o a poco menos de 1,5 km hacia el interior, como en el área de Morella Vell, respecto a la costa este.

*D<sub>3</sub>*. Estas dunas, bastante bien cimentadas, de color ocre a marrón claro, aparecen en retazos de extensión limitada que pueden observarse en la costa este a la altura de la Illa d'en Colom y en la costa noroeste de esta misma isla, así como en la costa sur; en ambos casos los afloramientos se sumergen por debajo del nivel del mar, por lo que las playas que las alimentaban podrían muy bien estar en relación con la última glaciaciación y su descenso marino correspondiente.

*D<sub>1</sub>*. Estas corresponden a acumulaciones eólicas actuales. Sus granos son bioclásticos no cementados y el conjunto de las dunas presenta un color claro.

A pesar de los kilómetros de costa de esta Hoja, las acumulaciones de dunas actuales propiamente dichas, son muy escasas. Por de pronto, el área donde se ofrece la máxima extensión se sitúa hacia el interior de la playa de Es Grao, donde alcanza cerca de medio kilómetro entre el mar y la albufera.

#### 2.4.2. **Travertinos (T)**

A lo largo de la carretera de Maó a Fornells, en las inmediaciones del km 10 y en las del km 13, existen pequeños retazos de travertinos, así como a ambos lados de Cala Addaia y al sur de la misma. La edad de cada uno de estos afloramientos es incierta, pero por su altitud y consolidación probablemente los más antiguos sean los que afloran entre las cotas 40 y 50 m al sur de Ses Salines.

También resulta un tanto incierto el origen de cada una de estas formaciones travertínicas. Los travertinos que afloran en las inmediaciones de S'Hort d'Es Lleó y en las cercanías del km 10 antes aludido, probablemente deban su existencia a surgencias, las cuales todavía suministran un cierto caudal. En cambio, los que afloran en las cercanías del km 13 muy probablemente, y como ya pusieron de manifiesto OBRADOR y MERCADAL (1969), sean de origen lacustre; y posiblemente bastante recientes. Contienen fauna —gasterópodos— de agua dulce y terrestres.

#### 2.4.3. **Playas (Q, P)**

Parecidamente a las dunas actuales *D<sub>1</sub>*, la existencia de playas es muy precaria en relación con la longitud de costa. Presentan grano de tamaño medio a grueso y son de color claro.

#### 2.4.4. Aluvial-coluvial (Q<sub>2</sub> Al-C)

Esta formación cuaternaria, la más extensa de esta Hoja, como ya se ha dicho, está constituida dominante por limos arcillosos que se acumulan en los fondos de los valles, aunque la profundidad de los mismos sea relativa. Estos fondos de valle son llanos, pero no del todo planos, y enlazan con las pendientes de las laderas, que pueden ser considerablemente elevadas, mediante una curva continua y suave.

#### 2.4.5. Albuferas (Ab)

Zona encharcada, predominantemente en estaciones lluviosas, con fangos limosos ricos en materia orgánica.

Los cauces que los surcan no presentan terrazas cuaternarias ni actuales, y prácticamente ninguno es propiamente un lecho fluvial o torrencial, sino canales de desagüe artificial.

### 3. GEOMORFOLOGIA

Esta Hoja de Maó, por su extensión y la disposición N-S del territorio menorquín que comprende, abarca las dos unidades clásicas cronoestratigráficas en que se divide la isla, cuya idiosincrasia también se proyecta en la morfología, pudiéndose distinguir la zona de Tramuntana y la zona de Migjorn (Mediodía).

Así, a partir de la dirección que marca la entalladura del puerto de Maó al E y siguiendo la carretera de Alaior hacia el W, tenemos, a grandes rasgos, una franja orientada NW-SE, por encima de la cual (zona de Tramuntana) aparecen materiales paleozoicos y mesozoicos; y en su parte meridional (zona de Migjorn) afloran los materiales correspondientes al Terciario (Mioceno).

Tratando cada una de ambas zonas diferenciadamente, tenemos:

#### — Zona de Tramuntana

Como ya se ha dicho, comprende los materiales pre-miocénicos, los cuales en esta Hoja se hallan representados los pertenecientes al Carbonífero y al Pérmico, entre los materiales paleozoicos, y los correspondientes al Triásico y Jurásico en el Mesozoico.

Este complejo cronoestratigráfico, como puede observarse en el mapa geológico, se halla afectado por fracturas menores, muchas de ellas de considerable entidad y recorrido, y por otras fracturas, prácticamente irrepresentables en la cartografía, pero de influencia morfológica.

Todo ello da lugar a un relieve notablemente compartimentado, sobre todo en los dos tercios aproximados de la parte de levante, con materiales del Carbonífero, Pérmico y Buntsandstein. En este dominio existe una cierta orientación del relieve en dirección NW-SE, que varía cuando el mismo se halla soportado por materiales paleozoicos, los cuales en el límite norte presentan líneas de cresta orientadas N-S, cortando los límites de afloramiento,

y otras, en cambio, localizadas al N y S de Maó, varían su alineación, ofreciendo una mayor conformidad con las líneas de afloramiento.

En general, esta parte de los dos tercios de levante mencionada presenta un relieve con vertientes considerablemente empinadas, de perfiles bastante rectos coronados en las partes altas con notables superficies de erosión, e incluso cimeras.

La más característica de estas superficies de erosión se sitúa a una altura comprendida entre 50 y 70 m, y afecta tanto a materiales paleozoicos, al N del puerto de Maó, donde los relieves se elevan en una franja de unos 3 km de anchura desde la línea de costa, como a materiales triásicos, concretamente del Muschelkalk, de forma amplia entre la bifurcación de las carreteras que van a Favaritx, hacia el E, y Fornells, hacia el W.

Más al sur, en Sierra Morena, a unos 2 km al NW del puerto de Maó, parece distinguirse otra superficie de erosión que se sitúa entre los 100 y 200 m de altitud, bastante degradada por abarrancamientos de cabecera y que afectan a los materiales paleozoicos subyacentes.

Como detalle dentro del relieve de la zona aquí considerada puede citarse la existencia de relieve en cuestas, de extensión habitualmente reducida, soportados en gran parte por los materiales arcillosos-areniscosos de la base del Triásico. En aquellos casos en que el buzamiento es suave, dichos materiales triásicos, junto con los del Pérmico de naturaleza similar, tienden a presentar relieves redondeados con vertientes regularizadas.

El tercio de poniente dentro de la división de Tramuntana nos da un relieve con extensos llanos, con torrentes de fondo de valle en «V», encajados en sus laderas, así como una extensa red de valles abandonados, topográficamente elevados, que con centro en S'Estancia de Santa Margarida se extiende hacia Alcotx, Albaida, S'Artiga Vella y al pie de Puig Menor Vell.

### — *Zona de Migjorn*

El relieve de esta parte de la Hoja se resuelve en su conjunto según una superficie subhorizontal que, desde la divisoria con la zona de Tramuntana, desciende hacia el mar.

Esta superficie soporta un carst cuya morfología más sobresaliente la constituyen las dolinas de considerable diámetro, algunos centenares de metros, sin escarpe, así como numerosos cauces difusos que enlazan o no con barrancos de fondo plano, los cuales a su vez y hacia el mar se resuelven en cañones.

Del conjunto de la morfología de esta Hoja resulta, por otra parte, la red de drenaje. En la parte de cabecera, presenta abarrancamientos de notable pendiente y con fondo en «V» dominante, pero prácticamente sin jerarquización alguna pasan al fondo de valle donde el drenaje natural superficial es casi inexistente. Todo ello afecta, sobre todo, a aquellos valles aplanados que en una extensa área al este de la parte de Tramuntana van a parar a S'Albufera y a la playa de Es Grao. Los canales que recorren estos valles son antrópicos, precisamente para facilitar su drenaje, pues con lluvias no muy intensas quedan con facilidad parcialmente anegados. Lo propio ocurre con los valles más modestos, que desembocan en Cala Addaia; precisamente el interfluvio que separa a éstos de los anteriores

se sitúa a una altura de sólo unos 20 m, que se alcanzan con una pendiente muy suave, tanto en dirección de Cala Addaia a la Albufera, como, sobre todo, en sentido inverso. Probablemente, este hecho está en relación con un levantamiento tectónico de la parte de Tramuntana durante el Cuaternario. Con anterioridad al mismo, probablemente la Albufera y mejor las zonas encharcadas más o menos temporalmente del fondo de la misma o del fondo de Cala Addaia, habrían podido presentar una extensión muy considerable entre los límites de esta Hoja.

Por la parte de poniente de la zona de Tramuntana ya se ha hecho resaltar la existencia de valles abandonados que se comunican; éstos se encuentran allá a una altitud comprendida entre los 70 y 80 m, y no presentan surco ni red de drenaje. Este fenómeno no se halla relacionado con el anterior: se debe fundamentalmente a un drenaje subterráneo por carstificación de las evaporitas del Keuper, que presentan en Es Clot des Guix un punto notable que actúa de sumidero.

La Hoja de Maó presenta, por otro lado, una costa considerablemente recortada, sobre todo a favor de fracturas por falla en su mitad norte, y a diferencia de resistencias a la erosión, continental y marina, en las cercanías y al norte del puerto de Maó.

La entalladura tan penetrante de este puerto natural es uno de los rasgos geomorfológicos más sobresaliente de esta Hoja.

Su origen probablemente es complejo y constituye la resultante de varias causas. Por una parte, puede deber su existencia a una erosión diferencial entre los materiales paleozoicos —con su paleorrelieve respecto a los materiales miocénicos— y los materiales miocénicos adosados por transgresión sobre este paleorrelieve. Por otro lado, la existencia de fracturas como la que atraviesa La Mola a la altura de Es Clot o la sensiblemente paralela a la morfología general del puerto, la cual incide en Cala Rata, permiten pensar en la posible existencia de otras fracturas parecidas, que en escalones de poco salto hayan ayudado a la configuración del puerto.

La línea de costa, por otra parte, presenta unas formas llanas arrasadas sobre el nivel del mar actual que afectan tanto a los materiales paleozoicos como miocénicos, y que se han interpretado como superficies de abrasión marina. Así, entre ellas distinguíamos la de Cap de Monsenya Viva, la superficie cimera de la Illa d'en Colom, que continuaría en el interior de la isla, un poco tierra adentro de la Punta de Sa Pastera, así com más hacia el sur, en Sa Cudia Nova y también en Sa Cudia Vella. El conjunto de toda esta superficie de abrasión se levantaría topográficamente, en su estado actual, hacia el sur.

En el mismo puerto, a sólo unos 5 m sobre el nivel del mar actual, puede que exista otra superficie de abrasión marina que constituiría la superficie de la isla Cuarentena, la base del torreón de la isla Lazareto; la mitad norte de esta isla es, probablemente, otra superficie de abrasión que afectaría también, y de forma más extensa, al borde litoral miocénico que va desde Es Castell a Na Girada.

La línea de costa en esta Hoja, por otro lado, se resuelve mediante acantilado prácticamente continuo, decamétrico dominante, excepto en la mayor parte de la costa miocénica, en la parte sur terminal de la Hoja, donde el acantilado es, en su mayor parte, de dimensiones métricas.

## 4. TECTONICA

La serie de los materiales aflorados en la zona se caracteriza por presentar discordancias angulares importantes que la dividen estructuralmente.

— La más antigua se halla en la base de la serie pérmica. Es una discordancia angular manifiesta no sólo por los cambios de buzamiento, sino por el cambio de color de los sedimentos, de gris a rojo; por el cambio de facies, de turbiditas a sedimentos fluviales, y por la aparición de un conglomerado basal que, aunque discontinuo, puede seguirse en forma de rosario a lo largo de todo el contacto.

— La segunda se halla en la base de la serie jurásica. Separa una serie permotriásica plegada con ejes NW-SE de una serie mucho menos tectonizada de edad jurásica.

— Y, finalmente, la discordancia miocénica caracterizada por solapar estos materiales, indistintamente a cualquiera de la serie anterior.

La tectónica de la isla, que fue motivo de estudio por HERMITE (1879) y, sobre todo, por FALLOT (1923) y HOLLISTER (1934), ha sido analizada con mucho detalle en la tesis de BOURROUILH (1973).

### 4.1. ESTRUCTURAS HERCINIANAS. LA SERIE CULM

Los afloramientos reducidos, impuesto por las pequeñas dimensiones de la isla y concretamente de la región de Tramuntana, hacen imposible la obtención de un análisis tectónico general (BORROUILH, 1973). En el conjunto del hercíniano de Menorca el afloramiento de Carbonífero abarcado en la Hoja es el que posee un grado menor de tectonización. Su posición en la serie, posiblemente correspondiente a los niveles más altos del Carbonífero, hace pensar, como ya se había apuntado clásicamente, que los materiales de facies Culm yacen en franca discordancia sobre la serie paleozoica infrayacente.

Las fracturas que presentan afectan asimismo al Pérmico y, en multitud de ocasiones, a niveles superiores de la serie.

No obstante, realizando tan sólo un análisis de facies, el tipo de turbiditas que caracterizan estas facies Culm, por comparación con otras áreas de sedimentación de facies similares, constituyen unos tipos de abanicos profundos ligados a cuencas en distensión y sincrónicos con los movimientos tectónicos. Fase distensiva coincidente, además, con bajadas fuertes del nivel del mar que comportan una erosión no sólo subáerea, sino también submarina. La distribución de las facies apuntan en este sentido. Los bruscos cambios laterales de facies en estos tipos de sedimentos se deben a condiciones impuestas por la morfología de la cuenca y las irregularidades de ésta en áreas profundas son originadas por una tectónica sinsedimentaria muy intensa.

La única estructura que posiblemente sea debida a movimientos carboníferos sea el arco de Favaritx, aunque la fractura que lo limita por el S haya actuado también en el alpino. No obstante, esta estructura posiblemente sea una parte de una estructura de dimensiones mucho mayores e imposible de conocer por la falta de afloramientos.

La serie buza monótonamente al SE y SSE. Algunos pequeños pliegues que la afectan

pueden interpretarse como pliegues de *slumping*, pues no afecta más que en un reducido número de capas.

La existencia de una tectónica tardihercínica de distensión que condicionaría en su caso la distribución de facies y espesores del Pérmico es imposible probar dadas las reducidas dimensiones del área abarcada por la Hoja. No obstante, la observación de los afloramientos apuntan en este sentido.

## 4.2. LA TECTONICA ALPIDICA

### 4.2.1. Generalidades

Sobre la serie carbonífera descansa la permotriásica en franca discordancia angular. Los sedimentos basales de la serie roja, pérmicos, fosilizan un paleorrelieve, en cuyas partes más bajas se depositó un conglomerado de base cuyos cantos son de origen local (facies Culm). En algunos mapas el carácter arrosariado de las masas de conglomerados basales ha sido interpretado como producto de gran cantidad de fracturas que proporcionan a este contacto un trazado tan irregular. No obstante, el relieve debía hallarse en avanzado estado de peneplanización (la peneplanización observada en La Mola y Sant Antoni fosilizada por el Mioceno superior podría ser, en parte, heredada del Pérmico inferior).

La serie estructural alpídica se ha deformado en tres fases principales bien separadas en el mismo tiempo: Una primera fase finitriásica o de comienzos del Jurásico, una fase postcretácica probablemente eocénica y una fase oligocénica o de comienzos del Mioceno. Las dos primeras son netamente compresivas y la última distensiva, que ha impuesto la fisonomía tectónica de la actual Menorca, ya que muchas de estas fracturas han actuado hasta avanzado el Cuaternario.

## 4.3. TECTONICA FINITRIASICA-JURASICO INFERIOR

Observando la serie triásica es fácilmente deducible la existencia de varios niveles a lo largo de los cuales pueden originarse despegues: La parte alta de la serie pérmica, la parte alta de la facies Buntsandstein y la facies Keuper.

Con anterioridad se había considerado la isla como formada estructuralmente por una sucesión de cabalgamientos o pequeños corrimientos del Trías sobre el Paleozoico, despegando la serie utilizando los niveles plásticos antes apuntados. No obstante, la cartografía detallada demuestra que estos niveles, si bien han funcionado como tales, su intensidad ha sido mucho menor que lo que se había supuesto, y que el grado de tectonización premiocénico es muy débil.

A esta fase tectónica de compresión se deben los dos pliegues prácticamente simétricos, de dirección NE-SW, modelados en materiales triásicos: el sinclinal de Son Tema-Hort des Banyuls y el anticlinal de Egipte-Estancia de Ses Penyes.

#### 4.4. TECTONICA POST-CRETACICO (EOCENICA?)

La serie jurásica que yace en discordancia sobre la triásica ha sido asimismo afectada por una fase tectónica de compresión, como lo demuestran los pliegues que pueden observarse en las canteras abiertas para la explotación de sus materiales dolomíticos. El reducido número y la pequeña extensión de los afloramientos imposibilitan separar cartográficamente las estructuras tectónicas originadas por estos movimientos.

Ha originado el plegamiento del Jurásico y del Cretácico. Dado que los materiales más modernos cretácicos no sobrepasan el Cretácico inferior sólo puede asegurarse que esta fase es post-Cretácico inferior. Parece ser, no obstante, a juzgar por la tectónica alpídica de Mallorca y de la Península, que su edad debía ser o finicretácica o, más probablemente, eocénica.

#### 4.5. TECTONICA OLIGOCENO SUPERIOR?-MIOCENO INFERIOR

Esta es la tectónica más importante que ha afectado a la isla, dado que ya sea por el rejuego de fracturas anteriores incluso hercianas, ya por el origen de nuevas, marcan, en gran parte, las directrices paleogeográficas de la sedimentación del Mioceno. Sus fallas directas son las causantes del hundimiento de la zona de Migjorn sobre la cual se desarrollará la plataforma carbonatada miocénica. Asimismo, es la causante de buena parte de pequeñas fracturas en la zona de Tramuntana, algunas de ellas limitando fosas lo suficientemente importantes como para ser transgredidas por el mar dejando testimonio de su sedimentación (Cap de Cavallería) o bien llenadas por conglomerados organizados en pequeños sistemas aluviales (ROSELL *et al.*, 1976) de origen local (Es Macar de Sa Llosa).

Este sistema de fracturas en el borde Tramuntana/Migjorn dió, en un principio, origen a una sedimentación conglomerática en pequeños conos aluviales depositados al pie de un acantilado que pronto, al perder altura la cabecera de los torrentes o con un relativo ascenso del nivel del mar, son solapados por las formaciones calcareníticas suprayacentes que fosilizan las últimas acciones de estas fracturas.

Possiblemente, antes de la sedimentación de las series calizas arrecifales con que se corona la serie miocénica y aprovechando resto de la penillanura prepérmbica, se produjo un arrasamiento del relieve, lo cual puede observarse en La Mola de Maó, donde queda fosilizada por las calizas de la unidad arrecifal messiniense y que se prolongan por la superficie de erosión que se extiende hacia el NE (hacia Sant Antoni).

#### 4.6. NEOTECTONICA

La tectónica post-miocénica, y especialmente del Cuaternario, es la causante de la removilización de fracturas que marcan la última evolución de la geomorfología para dar lugar a la fisiografía actual.

Una de las consecuencias de estos movimientos verticales es la elevación de la parte axial longitudinal de la isla que ha dado origen a la partición de aguas: red hidrográfica de Tramuntana y red hidrográfica de Migjorn, con sus cabeceras en la zona axial de la isla.

La presencia de dunas eólicas, sin duda relacionadas con sistemas de playas, situadas a alturas considerables (La Mola de Maó), hace pensar en la importancia de estos movimientos en el Cuaternario.

## 5. GEOLOGIA HISTORICA

### 5.1. INTRODUCCION

La historia geológica de Menorca es muy fragmentaria por dos razones.

La primera, y más importante, deriva de su pequeña extensión (la isla posee 702 km<sup>2</sup>) y que condiciona el carácter fragmentario de las series (por no aflorar materiales). La isla está dividida en dos partes: la N o de Tramuntana (267 km<sup>2</sup>), está formada por materiales del Paleozoico (Devónico, Carbonífero y Pérmico) y Mesozoico (Triásico, Jurásico y Cretácico), y la S o de Migjorn (435 km<sup>2</sup>), enteramente constituida por materiales del Mioceno superior.

La segunda razón es la posición marginal dentro de la Unidad tectosedimentaria de la que forma parte la isla y que justificaría, asimismo, el que las series estratigráficas fueran incompletas (por lagunas estratigráficas). Constituye el extremo oriental de! denominado promontorio balear que finaliza con la plataforma perinsular de Menorca. Este promontorio es la continuación de las cordilleras Béticas hacia el Mediterráneo.

Así pues, la historia geológica de Menorca tendrá largos períodos de tiempo del que no existirá representación estratigráfica, lo cual dificultará la datación precisa y, por lo tanto, la individualización de las fases de deformación tectónica que la han afectado.

### 5.2. PALEOZOICO

Los materiales más antiguos aflorados en la isla de Menorca pertenecen al Silúrico más superior de tránsito al Devónico (BOURROUILH, 1973). Presenta facies de plataforma externa claramente dominada por acción de las tormentas.

La serie del Paleozoico menorquín, con un espesor que sobrepasa los 5.000 m, está dividida en tres tramos de facies turbidíticas. La sedimentación durante el Paleozoico, en el área de Menorca, es muy rápida y, por lo tanto, su serie estratigráfica, aunque potente, abarca muy poco tiempo. Los sedimentos proceden de la destrucción de plataformas carbonatadas poco o mal desarrolladas, originadas por sendos descensos del nivel del mar que conllevaban erosión subaérea y submarina. Estos tres tramos y las lagunas estratigráficas son las siguientes:

a) *El tramo más inferior* lo forma una monótona serie de turbiditas siliciclásticas de facies, por la granulometría de fracción arena y por la proporción arena/pelita, distales y, además, por el acusado paralelismo entre las capas, de franja de lóbulo o de cuenca. La edad de estas turbiditas es Devónico inferior y probablemente, a juzgar por su contenido palinológico, Gediniense.

- b) En esta área, a partir de este momento, existe una prolongada laguna estratigráfica que abarca todo el Devónico y el Carbonífero más inferior.
- c) *El tramo intermedio* es de facies similar al anterior. Procede de la resedimentación de una plataforma deltaica y, en parte, o esporádicamente, de otra carbonática. Corresponde a las partes canalizadas de un complejo turbidítico. Su edad es Viseense. La característica más importante es la de poseer intercalada una gran masa olistostrómica sinsedimentaria con elementos diferentes (turbiditas, calizas, pizarras rojas y negras y calizas tournaisienses, calizas coralinas del Frasniense y fauna de braquíópodos, trilobites y goniatites de edad Givetense), masas de rocas volcánicas ácidas (cuarzoqueratófidos) y masas de rocas volcánicas básicas (basaltos espelíticos).
- d) Probablemente la fase tectónica causante del emplazamiento del olistostroma ha deformado, además, el resto de la serie originando el cabalgamiento de la serie devónica sobre la carbonífera.
- e) En discordancia con la serie infrayacente, descansa el *tercer tramo*, y más potente, de turbiditas. Posee una edad namuriense. Está formado por facies canalizadas y depósitos de desbordamiento en un monótono espesor de unos 4.000 m. Correspondría a las facies Culm (?) del Carbonífero menorquín. Sus facies son similares a las del tramo superior, pero sin apenas capas de turbiditas carbonatadas.
- f) Una segunda fase de deformación, distensiva, afecta a estos materiales compartimentando el área estudiada en multitud de pequeños horts y fosas. En estas últimas se depositan los materiales del Pérmico superior, terrígenos, rojos y ligados al ciclo alpino. Así pues, a partir del Namuriense inferior hasta el Pérmico superior existe una prolongada laguna estratigráfica.

### 5.3. MESOZOICO

El inicio del ciclo alpino viene caracterizado por la sedimentación de facies terrígeno-rojizas, continuación de la serie pérmica, y que se han calificado de «Permotriásica».

La base del Triásico se sitúa en un grueso nivel conglomerático y areniscoso de facies aluviales, que contrasta fuertemente con las facies fluviales de régimen meandriforme característico de la sedimentación pérmica:

- a) El Triásico es típicamente germánico y, hasta cierto punto, análogo al Trías de Los Catalánides. Un nivel inferior, fluvial, de facies Buntsandstein de edad Anisiense. Una barra carbonatada inferior, que se inicia incipientemente al W de la isla, de facies Muschelkalk. Una segunda barra carbonatada de edad Ladinense y Carniense en la parte alta. Y, finalmente, un nivel de facies Keuper margoso y evaporítico cuya edad, por lo menos en la parte alta, es probablemente jurásica.

Al final del Triásico o comienzo del Jurásico tuvo lugar una fase de plegamiento que dió lugar a una discordancia cartográfica entre las series triásica y jurásica.

b) El Jurásico está caracterizado por series de carbonatos. Una parte importante de estos carbonatos están dolomitizados. La espesa cobertura vegetal, que cubre casi por completo sus reducidos afloramientos, y la dolomitización impiden obtener series detalladas que permitan buenas correlaciones con la península. No obstante, en él se hallan representadas las unidades inferiores del Jurásico mallorquín y de la Cordillera Ibérica (Formación Imón y Formación Cuevas Labradas=Formación Es Barraca de Mallorca). Los tramos superiores de la serie son mucho más difíciles de caracterizar y, por lo tanto, de correlacionar.

Cabe la posibilidad de que la intrusión de rocas volcánicas tipo basalto dolerítico en el Paleozoico (Els Alocs) y en el Permabuntsandstein (Penyal de l'Anticrist y Punta Rotja de Al-gairens) se haya producido en este período. Aunque, teniendo en cuenta la forma de yacer, tan sólo puede asegurarse que la intrusión es post-Trías inferior.

La mayor parte del Jurásico se halla dolomitizado. Por ello es difícil localizar y evaluar las lagunas estratigráficas que presenta la columna.

c) El contacto con la serie cretácica es paraconforme, fosilizando un nivel de carstificación pre-Cretácico. Corresponde a una serie carbonatada que abarca hasta el Aptiense (Neocomiense, Barremiense y parte del Aptiense), representado en una serie condensada con fauna de ammonites. A este último nivel, se le superponen margas y margocalizas de edad probablemente Albiense.

#### 5.4. CENOZOICO

A partir del Albiense, no existen sedimentos en Menorca hasta avanzado el Cenozoico. Posiblemente, la deformación alpina mayor que presenta se ha producido durante el Eoceno.

En Es Macar de Sa Llosa, existe una pequeñísima fosa tectónica limitada por fallas, que afecta los materiales cretácicos por el N y a los jurásicos por el S, rellena de conglomerados aluviales. En ellos se ha caracterizado, por el contenido en carofitas, el Oligoceno. No obstante, a falta de otros datos, y por la posición tectónica llenando pequeñas fosas en la zona N de Menorca, es mucho más lógico asignarlos al Mioceno.

Así pues, como consecuencia de esta fase distensiva, de edad Mioceno inferior, se diferencian las zonas de Tramuntana y Migjorn. La primera levantada respecto de la segunda y limitadas por un escalonamiento de fallas normales. Al pie de las mismas, se deposita un cordón conglomerático transportado por un sistema de torrentes que procedían de la zona de Tramuntana.

En momentos de nivel de mar alto, durante el Mioceno superior, se desarrollan dos sistemas de plataformas arrecifales diferentes y separadas por una superficie de discordancia. La primera, discordante sobre el cordón de conglomerados del Mioceno inferior y/o medio, es Tortoniense. Corresponde a un sistema arrecifal que limita un *lagoon* entre el macizo de Tramuntana y la parte bioconstruida (cuerpo arrecifal) y, a partir de ésta, hacia el mar, se desarrolla un talud arrecifal. Dado que el cordón de conglomerados de la base del Mioceno se extiende poco hacia el S, la progradación de este sistema arrecifal, es la causante

de que se apoye en la mayoría de su extensión sobre su zócalo de naturaleza paleozoica en la parte oriental de la isla y mesozoica en la occidental.

Tanto en el extremo oriental como en el occidental de la isla, áreas de St. Lluis y Ciutadella respectivamente, aflora un nuevo sistema arrecifal de edad Messiniense. Este sistema arrecifal posee un *lagoon* poco o nada desarrollado y, por el contrario, con taludes arrecifales con marcadas líneas de progradación hacia el S. Es probable que las unidades más superiores de progradación pertenezcan ya al Plioceno.

El Cuaternario de Menorca se caracteriza, sobre todo, por la presencia de abundantes cordones de dunas costeras, de composición dominantemente carbonatada-bioclastica. En ellas han quedado registrados, aunque parcialmente, los ascensos y descensos del nivel del mar a causa de los movimientos qalcioestáticos.

Estos depósitos y sus coetáneas o sucesivas fases erosivas han dado los últimos retoques que han conducido a la actual Menorca.

## 6. GEOLOGIA ECONOMICA

## 6.1. MINERIA

Tan sólo se han hallado mineralizaciones en la pequeña Illa d'en Colom. Esta isla está modelada en facies Culm (Carbonífero), a excepción de un pequeño retazo al N de la misma, cubierto por dunas eólicas cuaternarias.

Está formada de N a S (o de abajo a arriba) por tres canales de turbiditas densas (de arena gruesa a microconglomerática) separadas por facies finas. En la base del canal intermedio existen mineralizaciones de calcosina y malaquita en relación con restos orgánicos vegetales ubicados en la base de los mismo. Asimismo, la isla se halla atravesada, siguiendo el buzamiento de los estratos, por dos fracturas E-W. La situada más al N, presenta mineralizaciones de cuarzo y de calcopirita y fluorescencias de malaquita y, en menor proporción, de azurita.

La situada más al S, de dimensiones mayores y que ha dado origen a la Cala d'Es Grau y a S'Albufera, y por lo tanto cubierta por el agua, ha dado lugar, en el acantilado S de la isla, a una mineralización de blenda acaramelada que fue intento de explotación.

Cabe, no obstante, señalar como novedad el hallazgo de gran cantidad de nódulos fosfátados, negruzcos, en las capas de turbiditas groseras que forman los paleocanales. Localmente, estos nódulos aplanados se hallan erosionados y resedimentados, entrando a formar parte de la base de una capa canalizada. Se hallan esporádicamente repartidos en todos los cuerpos canalizados de estas facies Culm.

## 6.2. CANTERAS

Las canteras en el área abarcada por la isla están abiertas en dos materiales distintos: en las dolomías jurásicas y, sobre todo, en las calcarenitas de los taludes arrecifales del Mioceno superior.

Las canteras que explotan el tramo inferior del Jurásico, formado por dolomías más o menos brechoides, es para la obtención de áridos para machaqueo. Este es el material base de la construcción actual de la isla, sobre todo, para elaborar prefabricados de cemento.

Las canteras abiertas en el Mioceno, antaño, constituyeron, por su fácil ductibilidad (obtención de bloques paralelepípedos por simple serrado), la piedra base de la construcción clásica, *el marés*. Hoy en día se siguen explotando, con menor intensidad, en las inmediaciones de Cala Alcaufar al SE de la isla, para su utilización como baldosas de jardines.

## 6.3 HIDROGEOLOGIA

En esta área tiene un enorme interés por cuanto se halla en ella un núcleo importante de población fija (Maó y Es Castell) y uno de población turística de los mayores de la isla (zona de S'Algar, Alcaufar, Punta Prima, Biniancolla, Binibeca, Binisafuller, Cap d'en Font, Binidalí, Es Canutells).

Los niveles acuíferos reconocidos en esta zona de la isla son:

- Los Cuaternarios o subálveos explotados al W de Maó para usos agrícolas y que alcanzan un relativo interés en Els Horts de Sant Joan y en el Llano que desde Fátima se extiende hacia S'Albufera. Son acuíferos sometidos a un fuerte estiaje en verano que los lleva a secar y a una fuerte contaminación, no sólo natural, sino producto del abonado de los campos de cultivo. En invierno, época lluviosa, el nivel piezométrico en muchas áreas se halla por encima del nivel del suelo dando lugar a zonas inundadas.
- Los acuíferos ubicados en la facies Buntsandstein inferior (nivel areníscoso) y en las del Muschelkalk están mal explotados, posiblemente debido a que su rendimiento es pequeño.
- En el Jurásico existe un acuífero, asimismo poco conocido, que da lugar a la fuente de Els Horts des Banyuls y que es explotado en esta área únicamente con fines agrícolas.
- El acuífero por excelencia de toda esta zona se halla ubicado en las calcarenitas y calizas del Mioceno. Su explotación, proporciona el agua de los núcleos urbanos de Maó, Es Castell y Sant Lluís y el de todas las urbanizaciones turísticas existentes a lo largo de la Costa S de la isla. Asimismo, en buena parte se explota para suministrar agua a las urbanizaciones de la costa N cuando la de lluvia, almacenada en algibes, es insuficiente.

Esta acuífero se explota, asimismo, para la agricultura y ganadería.

Su abusiva explotación ha conducido estos últimos años a un descenso considerable de su nivel piezométrico situado en las inmediaciones del nivel del mar y, en áreas cercanas a la costa, a una intrusión salina importante (Punta Prima).

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ARMSTRONG, J. (1752): «Historia de la Isla de Menorca», M. Casanovas, Ciudadela. Ediciones Nura (1978), págs. 7-249.
- ASHAUE, H.; HOLLISTER, J. S. (1934): «Ostpyrenäen und Balearen». Abh. Ges. Göttingen Klasse. Vol. 3, pág. 3.
- BARÓN, A.; BAYÓ, A. & FAYAS, J. A. (1979): «Relación modelo Geológico-modelo Hidrogeológico». Ejemplo: El acuífero mioceno de la Isla de Menorca. II Simp. Nacional de Hidrogeología. Pamplona, 19, págs.
- BARÓN, A.; BAYÓ, A.; FAYAS, J. A. (1984): «Valor Acuífero del Modelo Sedimentario de Plataforma Carbonatada del Mioceno de la Isla de Menorca». Universidad Autónoma de Barcelona. Publicaciones de Geología, 20 libro homenaje Luis Sánchez de la Torre, págs. 189-207.
- BATALLER, J. R. (1933): «Els fòssils del Burdigalí menorquí existents al museu del Seminari de Barcelona». Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., t. 33, núms. 6-7, págs. 302-305.
- BATE, D. (1909): «Preliminary note on a new Artiodactyle from Majorca. *Myotragus balearicus* Gen. et sp. nov.». Geol. Magazine N.S., V., Vol. VI, págs. 385-388.
- BATE, D. (1914): «The Pleistocene Ossiferous Deposits of the Balearic Islands». Geol. Magazine N.S. VI, Vol. I, págs. 337-345.
- BAULIES, J. (1916): «Menorca. Notas Geográficas». Imp. Allés, Ciudadela, 120 págs.
- BAULIES, J. (1964): «L'illa de Menorca». Enclopèdia Catalunya. Vol. 33, t. I, cap. II, págs. 27-47. Ed. Barcino.
- BAUZA, J. (1944): «Nota sobre la Paleontología de las Baleares». Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. XLII, págs. 627-630.
- BAUZA, J. (1947a): «Nuevas aportaciones al conocimiento de la Ictiología del Neógeno catalano-balear». Bol. Real. Soc. Esp. Hist., t. XLV, págs. 523-538.
- BAUZA, J. (1947b): «Nuevas aportaciones al conocimiento de la Ictiología del Neógeno catalano-balear». Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XLV, págs. 619-646.
- BAUZA, J. (1966): «Hallazgo de un fragmento rostral de *Pristis* en el Mioceno de Torrauba Vey (Menorca)». Bol. Soc. Hist. Bal., t. XII, págs. 133-137.
- BAUZA, J., & MERCADAL, B. (1961): «Nuevas contribuciones al conocimiento de la fauna Ictiológica fósil de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Bal., t. VII, págs. 45-48.
- BAUZA, J., & MERCADAL, B. (1962): «Contribución al conocimiento de la fauna Ictiológica de Menorca». Rev. Menorca, 7.<sup>a</sup> ép., t. II, págs. 153-163.
- BEAUMONT, E. DE (1872): «Note sur la constitution géologique des îles Baléares». Amm. Soc. Nat. 1 ser., t. X., págs. 423-439.
- BIZÓN, G.; BIZÓN, J. J. & MAUFFRET, A. (1975): «Présence de Miocène Inférieur au large de Minorque (Baléares, Espagne)». Rev. Inst. Fr. Pétrole. V. 30 (5), págs. 713-726.
- BONIFAY, E. (1959): «Le Tyrrhenien dans le cadre de la cronologie quaternaire méditerranéenne». Bull. Soc. Géol. France. 7.<sup>o</sup> ser., págs. 62-78.

- BOUCART, J. (1960): «Carte topographique du fond de la Méditerranée occidentale. Notice et Carte de la Méditerranée occidentale au 1.000.000°». Bull. Inst. Océanogr. Mónaco, número 1.163.
- BOURGOIS, J.; BOURROUILH, R.; CHAUVE, P.; DIDON, J.; DURAND-DELGA, M.; FOURCADE, E.; FOUCault, A.; PAQUET, T.; PEYRE, Y., & RANGHEARD, Y. (1970): «Données nouvelles sur la géologie des Cordillères Bétiques». Ann. Soc. Géol. Nord. T, XC, fasc. 4.
- BOURROUILH, R. (1962): «Note préliminaire sur la tectonique de l'île de Minorque (Baléares, Espagne)». C. R. Somm. Soc. Géol. France., núm. 10, págs. 325-326.
- BOURROUILH, R. (1963a): «Nota preliminar sobre la tectónica de la isla de Menorca (Baleares, España)». Notas y Com. Inst. Geol. y Min. de España, núm. 71, págs. 261-264.
- BOURROUILH, R. (1963b): «Decouverte de Silurien à Graptolites à Minorque (Baléares, Espagne)». C. R. Somm. Soc. Géol. France., núm. 10, págs. 344-345.
- BOURROUILH, R. (1964): «Données nouvelles sur l'évolution morphologique de l'île de Minorque depuis le Pliocène supérieur». C. R. Acad. Sc., t. 258, págs. 980-983.
- BOURROUILH, R. (1965): «Descubrimiento de Silúrico con Graptolites en Menorca (Baleares, España)». Notas y Com. Inst. Geol. y Min. de España, núm. 77, págs. 63-66.
- BOURROUILH, R. (1966): «Remarques sur la tectonique anté-Triasique à Minorque (Baléares, Espagne)». C. R. Somm. Soc. Géol. France. Fasc. 10, págs. 391-393.
- BOURROUILH, R. (1967): «Le Dévonien de Minorque (Baléares, Espagne)». Ses limites et sa place en Méditerranée occidentale. Intern. Simp. on the Devonian System (Calgary, Canadá), t. II, págs. 47-60.
- BOURROUILH, R. (1970a): «Découverte d'Oligo-Miocène Inférieur continental à Minorque. Conséquences paléogeographiques et tectoniques». C. R. Somm. Soc. Géol. France, número 7, págs. 247-248.
- BOURROUILH, R. (1970b): «Carte géologique de Minorque au 1/200.000 avec notice». Inst. Géol. y Min. España.
- BOURROUILH, R. (1970c): «Le problème de Minorque et des Sierras de Levante de Majorque». Ann. Soc. Géol. Nord., t. XC, fasc. 4, págs. 363-380.
- BOURROUILH, R. (1972a): «Le Paléozoïque de Minorque (Baléares)». XXIVé Congr. Géol. Intern. Montréal (Canadá), vol. résumés, sect. 6, págs. 181.
- BOURROUILH, R. (1972b): «Coulissages de plus 700 km. en Méditerranée occidentale: une tectonique de type Californien, précédant les serrages miocènes». C. R. Acad. Sci. Paris (D), vol. 286, págs. 1339-1342.
- BOURROUILH, R. (1973a): «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». Thèse d'Etat, Université de Paris VI, 2 vol., 822 págs.
- BOURROUILH, R. (1973b): «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». Thèse d'Etat, Université de Paris VI, 2 vol., 822 págs.

- Bétiques en Méditerranée occidentale». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. XVIII, págs. 133-140.
- BOURROUILH, R. (1975): Flysch dévonien et Culm de Minorque (Baléares, Espagne): Essai de reconstitution des zones de dépôt et première comparaison avec le Sud-Ouest de la Sardaigne». IX<sup>me</sup> Congr. Intern. Sédiment. Nice. Extr. Public., págs. 97-110.
- BOURROUILH, R. (1976): «On the initial fit of continental blocs of Western Mediterranean Area». 25 Int. Geol. Congr., Sidney, vol. I, págs. 77.
- BOURROUILH, R. (1983): «Estratigrafía, Sedimentología y Tectónica de la Isla de Menorca y del Noreste de Mallorca (Baléares). La terminación nororiental de las Cordilleras béticas en el Mediterráneo occidental». Mem. Inst. Geol. y Min. de España, T. 99, 2 vol., 672 págs.
- BOURROUILH, R., & MAGNÉ, J. (1963): «A propos de dépôts du Pliocène supérieur et du Quaternaire sur la côte Nord de l'île de Minorque (Baléares)». Bull. Soc. Géol. France (7), V, págs. 298-302.
- BOURROUILH, R., & MOULLADE, M. (1963): «Etude stratigraphique et micropaléontologique d'une série Jurassique de l'île de Minorque (Baléares, Espagne)». Bull. Soc. Géol. France, 7 sér., T. V., págs. 375-382.
- BOURROUILH, R., & COLOM, G. (1968): «Sur l'âge du Miocène du Sud de Minorque». C. R. Somm. Soc. Géol. France, fasc. 5, págs. 150-152.
- BOURROUILH, R., & BOURROUILH, B. (1972): «Analyse spectrale et filtrage en éventail des cartes structurales de l'île de Minorque et de l'Est de Majorque (Baléares). Conséquences tectoniques». C. R. Acad. Sc. Paris, t. 275, págs. 1335-1338.
- BOURROUILH, R.; CHEVALIER, J. P., & MONGIN, P. (1972): «Données sédimentologiques et paleontologiques sur le Vindobonien du Nord de Minorque (Baléares)». C. R. Acad. Sc. Paris, t. 275, págs. 1955-1958.
- BOURROUILH, R., & TERMIER, G. (1973): «*Balearocrinus breimeri*, Crinoïde nouveau du Viseen supérieur de Minorque (Baléares)». Ann. Soc. Géol. Nord., XCIII, 3, págs. 225-232.
- BOURROUILH, R., & MAUFFRET, A. (1975): «Le socle immergé des Baléares (Espagne): données nouvelles apportées par des prélèvements sous-marins». Bol. Soc. Géol. France (7), XVII, núm. 6, págs. 1126-1130.
- BOURROUILH, R., & LYS, M. (1976): «Sédimentologie et micropaléontologie d'olistostromes et coulées boueuses du Carbonifère des zones internes Bético-Kabylo-rifaines (Méditerranée occidentale)». Ann. Soc. Géol. du Nord., t. XCVII, págs. 87-94.
- BOURROUILH, R., & GORSLINE, E. (1979): «Pre-Triassic fit and alpine tectonics of continental Blocks in the Western Mediterranean». Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 90, págs. 1074-1083.
- BOURROUILH, R.; COCCOZZA, T.; DEMANGE, M.; DURAND-DELGA, M.; GUEIRARD, S.; GUITARD, G.; JULIVERT, M.; MARTÍNEZ, F. J.; MASSA, D.; MIROUSE, R., & ORSINI, J. B. (1980): «Essai sur l'évolution paléogéographique, structural et métamorphique du Paleozoïque du Sud de la France et de l'Ouest de la Méditerranée». 26 Congr. Geol. Intern. Paris. Coll. C. Géologie de l'Europe, págs. 159-188.

- Bouvy, P. (1867): «Ensayo de una descripción geológica de la isla de Mallorca comparada con las Islas y el litoral de la Cuenca Occidental del Mediterráneo». Imp. Felipe Guasp. y Vicens. Palma de Mallorca, 67 págs.
- BOCHROITHNER, M. F.; FLÜGEL, E.; FLÜGEL, H. W., & STATTEGGER, K. (1980): «Die Devongerölle des Paläozoischen Flysch von Menorca und ihre Paläogeographische Bedeutung». N. JB. Geol. Paläont. Abh., 159/2, págs. 172-224.
- BUCHROITHNER, M. F.; FLÜGEL, E.; FLÜGEL, H. W., & STATTEGGER, K. (1980): «Mikrofazies Fossilien und Herkunft der Kalk-Gerölle im Karbon-“Flysch” der Betischen Kordilleren, Spanien». Facies, 2, págs. 1-54.
- CASTANY, G., & OTTMANN, F. (1957): «Le Quaternaire marin de la Méditerranée occidentale». Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn. (2), I, 2, págs. 46-55.
- CASTAÑOS, E. (1923): «Nota relativa a los estudios de M. Paul Fallot en las islas Baleares». Rev. Menorca, XVIII, págs. 331-333.
- CLAUSS, K. (1956): «Ueber Oberdevon Korallen Von Menorca». N. Jb. Geol. Pa. Abh., T. 103, núms. 1-2, págs. 5-27.
- COHEN, C. R. (1980): «Plate tectonic model for the Oligo-Miocene evolution of the western Mediterranean». Tectonophysics, 68, págs. 283-311.
- COLOM, G. (1934): «Contribución al conocimiento de las facies litopaleontológicas del Cretácico de las Baleares y del SE de España». Géol. Médit. Occid., vol. 3, págs. 1-11.
- COLOM, G. (1947): «Estudios sobre la sedimentación profunda de las Baleares desde el Lías superior al Cenomanense-Turonense». Inst. Lucas Mallada C.S.I.C., 147 págs.
- COLOM, G. (1957): «El medio y la vida en las Baleares». Publ. Inst. Biol. Aplicada, vol. 27, págs. 115-128.
- COLOM, G. (1960): «Sobre la existencia de tierras emergidas al N y NE de Mallorca al final del Burdigaliense». Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 58, págs. 299-304.
- COLOM, G. (1961): «Sur l’existence d’un massif tyrrhénien à l’est de Minorque pendant le Tertiaire et les possibilités d’un peuplement oriental de Minorque-Majorque». Coll. Intern. C. Nat. Rech. Scient., t. XIX, págs. 29-34.
- COLOM, G. (1964a): «El medio y la vida en las Baleares». Gráficas Miramar. Palma de Mallorca, 292 págs.
- COLOM, G. (1964b): «La connaissance du Pléistocène balear et l’origine de certaines endémismes insulaires». C. R. Soc. Biogéogr., págs. 62-67.
- COLOM, G. (1964c): «Estudios sobre la sedimentación costera balear (Mallorca y Menorca)». Mem. Real. Acad. Cienc. y Art. Barcelona, vol. XXXIV, núm. 15, págs. 495-550.
- COLOM, G. (1974): «Sobre la extensión del Vindoboniense marino en Menorca y los sondeos de la Deep sea Drilling Project (USA). Sugerencias respecto a una nueva interpretación de la biogeografía balear». Bol. Geol. y Min., t. LXXXV-VI, págs. 664-677.
- COLOM, G. (1984): «Los Foraminíferos bentónicos del Cretáceo de las Baleares; su Paleontología, Estratigrafía y Ecología». Ed. Consell Insular de Mallorca, 139 págs.

- COLOM, G., & ESCANELL, B. (1960-62): «L'evolution du Géosynclinal Baleare». Mém. h-Sér. Soc. Géol. Fr. «Livre à la Memoire de Paul Fallot», t. I, págs. 125-136.
- COMPAÑÍA DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA, S. A. (1960): «Prospección geológico-geofísica de aguas subterráneas realizada en la Isla de Menorca para el Instituto Nacional de Colonización», 13 págs.
- CUERDA, J. (1955): «Notas paleontológicas sobre el Cuaternario de Baleares». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. 1-4, págs. 59-70.
- CUERDA, J. (1959): «Presencia de *Mastus pupa*, Bruguière, en el Tirreniense de las Baleares orientales». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. V, fasc. 1-4, págs. 45-50.
- CUERDA, J.; SACARES, J., & MERCADAL, B. (1966): «Nuevos yacimientos marinos del Pleistoceno superior de Cala Santa Galdana (Menorca)». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. XII, fasc. 1-4, págs. 102-105.
- DARDER, B. (1928): «La Paleogeografía de la Mediterrània occidental segons les idees de Emile Argand». Ciència, T. III, núm. 21, págs. 3-13.
- DARDER, B. (1932a): «Introducción a la Geología de Mallorca con carta geológica y bibliografía geológica de las Islas Baleares». Geol. Medit. Occid., vol. II, 5.ª partie, págs. 1-12.
- DARDER, B. (1932b): «La Paleogeografía de la Mediterrània occidental segons les idées de Emile Argand». Geología de la Med. Occ., vol. II, núm. 38, págs. 1-8.
- ELIAS, J. (1922): «Relaciones tectónicas entre Cataluña y las Baleares». Publ. Sec. Excur. y de Turismo del Centro Social de Terrasa, págs. 3-11.
- ESTRADA, R. (1977): «Model de sedimentació de conoides submarins: aplicació a un sector del Paleozoico de Menorca». Inédito. Tesi de Licenciatura. U.A.B. Dept. Estratigrafía, págs. 1-116.
- FALLOT, P. (1922): «Etude géologique de la Sierra de Majorque». Ed. Béranger. Paris, pág. 480.
- FALLOT, P. (1923a): «Le problème de l'île de Minorque». Bull. Soc. Géol. France, 4.ª ser., t. XXIII, págs. 3-44.
- FALLOT, P. (1923b): «Reseña morfológica de la isla de Menorca». Rev. Menorca, t. XVIII, págs. 333-339.
- FALLOT, P. (1925): «Au sujet de la tectonique des Baléares». C. R. Soc. Géol. France, 4.ª ser., t. XXV, núm. 6, págs. 78-80.
- FALLOT, P. (1926): «Au sujet de la tectonique des Baléares et de la Chaîne Ibérique». C. R. Soc. Géol. France, 4.ª ser., t. XXVI, núm. 10, págs. 105-107.
- FALLOT, P. (1932a): «Essai de définition des traits permanents de la paléogéographie secondaire dans la Méditerranée occidentale». Bull. Soc. Géol. France, 5.ª ser., t. 1, págs. 533-552.
- FALLOT, P. (1932b): «La question de Minorque. Rapports stratigraphiques entre les îles Baléares et la zone Subbétique». Géol. Médit. Occid., t. II, part. V, núm. 39-40, págs. 1-2.

- FALLOT, P. (1933): «L'enllaç de Menorca amb les Cadenes Alpines». *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, t. XXXIII, pàgs. 316-321.
- FALLOT, P. (1945): «Le Problème de Minorque». *C. R. Acad. Scien.*, T. 220, pàgs. 563-565.
- FALLOT, P. (1948): «Les Cordillères Bétiques». *Est. Geol.*, núm. 8, pàgs. 83-172.
- FALLOT, P., & TERMIER, H. (1923): «Esquisse morphologique des îles Baléares». *Rev. Geogr. Alpine*, t. XI, fasc. IV, pàgs. 421-448.
- FALLOT, P., & TERMIER, H. (1923): «Ammonites nouvelles des îles Baléares». *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. (Sec. Geol.)*, núm. 32, 85 pàgs.
- FERRER, J. (1907a): «Relación entre las Islas Baleares y las tierras que las rodean». *Rev. Menorca*, pàgs. 1-5.
- FERRER, J. (1907b): «Notas Geológicas. Relación entre las Islas Baleares y las tierras que las rodean». *Rev. Menorca*, 5.<sup>a</sup> ép., t. II, pàgs. 193-197.
- FLÜGEL, E., & FLÜGEL, H. W. (1979): «Tabulata, Sclerospongia und Stromatopora aus dem Devon von Menorca». *Mitt. Osterr. Geol. Ges.*, 70 (1977), pàgs. 49-73.
- FOURCADE, E.; AZEMA, J.; CHABRIE, G.; CHAUVE, P.; FOUCault, A. & RANGHEARD, Y. (1977): «Liaisons paléogéographiques au Mésozoïque entre les Zones Externes Bétiques Baleares Corso-sardes et Alpines». *Rev. de Géographie Phys. et de Géologie Dynam* (2), vol. XIX, fasc. 4, pàgs. 377-388.
- FREEMAN, T., & OBRADOR, A. (1974): «Paleosuelos y carbón en la zona distal del Buntsandstein español». *VII Congr. Grupo Esp. de Sedimentología*, Bellaterra, Tremp, pàg. 56.
- FREEMAN, T., & OBRADOR, A. (1979): «Paleosoils and coal in the distal part of Spanish Buntsandstein (Menorca and Mallorca, Balearic Island)». *Bol. Soc. Hist. Nat. Bal.*, T. 23, pàgs. 47-50.
- FREEMAN, T.; ROTHBARD, D., & OBRADOR, A. (1983): «Terrigenous dolomite in the Miocene of Menorca (Spain). Provenance and diagenesis». *Jour. Sed. Petr.*, 53, pàgs. 543-548.
- GARCÍA, J. M. (1986): «Estudio geomorfológico del Karst del migjorn menorquín». Tesis de Licenciatura. Inédito. U.A.B. Dpto. Geodinámica Externa e Hidrogeología, 51 pàgs.
- GASULL, L. (1963a): «Descripción de unas nuevas formas del género *Helicella* (*Xeroplexa*) de Baleares». *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, T. IX, fasc. 1-4, pàgs. 83-92.
- GASULL, L. (1963b): «Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de las Baleares». *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, T. IX, fasc. 1-4, pàgs. 3-80.
- GASULL, L. (1964): «Las *Helicella* (*Xeroplexa*) de Baleares. Gasterópoda Pulmonata». *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, T. X, fasc. 1-4, pàgs. 3-67.
- GASULL, L. (1965): «Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Baleares». *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, T. XI, fasc. 1-4, pàgs. 7-161.
- GASULL, L. (1966): «La insularidad de las Islas Baleares desde el punto de vista de la malacología terrestre». *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, T. XII, fasc. 1-4, pàgs. 149-156.

- GLANGEAUD, L. (1966): «Les grandes ensembles structuraux de la Méditerranée occidentale d'après les données de Géomède I». C. R. Acad. Sc., t. 262, ser. D, págs. 2405-2408.
- GÓMEZ, D. (1987): «Estratigrafía física y petrología sedimentaria del Pérmico y Buntsandstein de la isla de Menorca». Tesis de Licenciatura. Inédito. U.A.B. Dpto. de Estratigrafía y Geología Histórica. 117 págs.
- GUILLARD, A. (1902): «Las Baleares». Rev. Menorca, vol. I, 4.º ép., págs. 7-25.
- GUIMERA, J. (1985): «Estratigrafía de les fàcies carbonatades miocèniques d'una zona del Migjorn de l'Illa de Menorca». Tesi Licenciatura. Inédito. U.A.B. Depart. Estratigrafía, 104 págs.
- HENNIGSEN, D. (1982): «Zusammensetzung und Herkunft der sandigen Gesteine des Devons und Karbons von Menorca (Balearen, Mittelmeer)». N. Jb. Geol. Palaont. Mh., 12, págs. 736-746.
- HENNIGSEN, D. (1984): «The Upper Devonian conglomerates of Menorca (Balearic Islands, Mediterranean)». N. Jb. Geol. Paläontol., vol. 9, págs. 539-548.
- HERBIG, H. G. (1985): «An Upper Devonian limestone slide block near Marbella (Betic Cordillera, Southern Spain) and the palaeogeographic relations between Malaquides and Menorca». Acta Geológica Hispánica, vol. 20, núm. 2, págs. 155-178.
- HERMITE, H. (1878): «Observations géologiques sur les îles Majorque et Minorque». C. R. Acad. Sc., t. 88, pág. 1097.
- HERMITE, H. (1879a): «Description de quelques fossiles nouveaux des îles Baléares». C. R. Somm. Soc. Géol. France, pág. 40.
- HERMITE, H. (1879b): «Etudes géologiques sur les îles Baléares. Première partie Majorque et Minorque». Ed. F. Savy. Paris, 362 págs.
- HERMITE, H. (1888): «Etudes Géologiques sur les îles Baléares. Première Partie Majorque et Minorque». Bol. Com. Mapa Geol. España, t. XV, 233 págs.
- HIRSCH, F. (1977): «Essai de corrélation biostratigraphique des niveaux meso et néo-triasiques de facies "Muschelkalk" du Domaine Sepharade». Cuadernos Geol. Iber., vol. 4, págs. 511-526.
- HÖERNES, R. (1905): «Untersuchungen der Jürgeren Tertiargebilde des Westlichen Mittelmeergebietes II, Sitzb.». Kaiserl. Akad. Wiss. In Wien, t. CXIV, núm. I, págs. 637-660.
- HOLLISTER, J. S. (1934): «Die Stellung der Balearen im variscischen und alpinen Orogen». Abh. Ges. Wiss. Gottingen, T. III, vol. 10, págs. 122-154.
- HOLLISTER, J. S. (1942): «La posición de las Baleares en las orogenias variscas y alpinas». Publ. alem. Geol. Esp., T. I, págs. 71-102.
- INSTITUCIÓ CATALANA HISTÒRIA NATURAL (1933): «Reunió extraordinària a l'illa de Menorca. Abril 1933». Inst. d'Estudis Catalans, págs. 3-57.
- JURADO, M. J. (1984a): «Estudi sedimentològic del Neògen de l'àrea de Ciutadella». Ed. Consell Insular de Menorca, 144 págs.

- JURADO, M.ª J. (1984b): «Aspectes paleoecològics de l'escull miocènic del Cap Negre (Menorca). Revista de Menorca, 2.º trimestre de 1984, Año LXXV, 7.ª època, págs. 236-265.
- KLEMM, H. D. (1958a): «Regional Geology of Circum Mediterranean Region». Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. vol. XLII, núm. 3, págs. 477-512.
- KLEMM, H. D. (1958b): «Geología Regional del país Circum Mediterraneo». Notas y Comen. del Inst. Geol. y Min. España, núm. 51, págs. 65-127.
- KOBER, L. (1928): «Der Bau der Erde. Einführung in die Geotektonik. Zweite Verbesserte und Vervollständigte Ausgabe». Gebrüder Borntraeger, IV, 499 págs.
- KOBER, L. (1931): «Das Alpine Europa. Ein geologisches Gestaltungsbild». Gebrüder Borntraeger, IV, 310 págs.
- LAMBERT, J. (1906): «Description des Echinides fossiles de la Province de Barcelona». Mém. Soc. Geol. Fr., t. XIV, fasc. 2-3, núm. 24, págs. 59-128.
- LAMBERT, J. (1928): «Revision des Echinides fossiles de la Catalogne». Mem. Mus. Cienc. Nat. de Barcelona, vol. I, núm. 2, págs. 39-42.
- LERICHE, M. (1910): «Note sur les poissons néogènes de la Catalogne». Butll. Soc. Géol. France, 4.ª ser., t. X, págs. 471-174.
- LLABRES, A.; ESCANDELL, G.; ESCANDELL, R.; ESCANDELL, A., & FERNÁNDEZ, M. (1980): «Contribución al conocimiento de la fauna fósil del Carbonífero de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 24; págs. 93-96.
- LLOMPART, C. (1979): «Aportaciones a la Paleontología del Lías de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 23; págs. 87-116.
- LLOMPART, C. (1980): «Nuevo afloramiento del Lías fosilífero menorquín». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 24; págs. 85-88.
- LLOMPART, C. (1982): «Los nódulos algales (rodolitos) del Neógeno de la Cala Binidalí (Menorca)». Inst. D'Estudis Baleàrics, V. II, núm. 5, págs. 31-41.
- LLOMPART, C. (1983): «Amphiope bioculata (Desm.) del Mioceno del Port de Maó (Menorca)». Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 81 (1-2), págs. 67-79.
- LLOMPART, C. (1983): «Braquiópodos actuales de la Plataforma Sudoriental de Menorca y su relación con las formas miocénicas de la Isla». Boll. Soc. Hist. Nat. de Baleares, T. 27, págs. 201-207.
- LLOMPART, C.; OBRADOR, A., & ROSELL, J. (1979-80): «Geología de Menorca». Encyclopédia de Menorca, T. 1, págs. 1-83.
- LLOMPART, C., & CALZADA, S. (1982): «Braquiópodos messinienses de la Isla de Menorca». Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), T. 80, págs. 185-206.
- LLOMPART, C.; ROSELL, J.; MÁRQUEZ-ALIAGA, A. & GOY, A. (1987): «El Muschelkalk de la Isla de Menorca». Cuadernos de Geología Ibérica, vol. 11, págs. 323-335.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1935): «La microfauna de Braquiópodos del Triásico de Monte Toro (Menorca)». Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., T. 35, págs. 217-226.

- LOZANO, R. (1884): «Anotaciones físicas y geológicas de la Isla de Menorca. Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y Granada». Bol. Com. Mapa Geol. de España, t. VI, págs. 233-234.
- MANERA, J. (1930): «Breve estudio geológico de la isla de Menorca». Publ. de la Rev. Científico-Militar, 178 págs.
- MARÇET, J. (1945): «La evolución paleogeográfica del noreste de España y de las Baleares». Mem. R. Acad. Cienc. y Artes de Barcelona, vol. 27, núm. 9, págs. 227-345.
- MARMORA, A. DE LA (1835): «Observations géologiques sur les deux îles Baléares». Mem. R. Acad. Scienc. di Torino, t. 38, pág. 58.
- MAUFFRET, A.; FAIL, J. P.; MONTADERT, L.; SANCHO, J., & WINNOCK, E. (1973): «Northwestern Mediterranean Sedimentary Basin from Seismic Reflection Profile». The Am. Assoc. of Petrol. Geol. Bulletin, V. 57, núm. 11, págs. 2245-2262.
- MERCADAL, B. (1959): «Noticia sobre la existencia de restos de terrazas tyrrhenienses en la costa sur de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, V. 5, págs. 39-48.
- MERCADAL, B. (1959): «Breve noticia sobre el hallazgo de un incisivo de *Myotragus* en una cueva menorquina junto a cerámica neolítica». Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares, t. 5, páginas 57-59.
- MERCADAL, B. (1960): «El Tyrreniense en la costa norte de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. 6, págs. 73-74.
- MERCADAL, B. (1962): «El *Strombus bubonius* Lamarck y los restos de terrazas tyrrhenienses de Menorca». Rev. Menorca, págs. 412-419.
- MERCADAL, B. (1966): «Nuevas aportaciones al conocimiento del Cuaternario menorquín». Acta Geol. Hisp., t. 5, núm. 4, págs. 89-93.
- MERCADAL, B. (1966): «Nuevas aportaciones al conocimiento del Cuaternario de Menorca». Rev. Menorca, págs. 147-161.
- MERCADAL, B. (1967): «Nuevos yacimientos de *Myotragus* en Menorca y su cronología». Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares, t. XII, págs. 63-74.
- MERCADAL, B.; VILLALTA, J. F.; OBRADOR, A., & ROSELL, J. (1970): «Nueva aportación al conocimiento del Cuaternario menorquín». Acta Geol. Hisp., t. 5, núm. 4, págs. 89-93.
- MERCADAL, B.; OBRADOR, A., & ROSELL, J. (1972): «Fauna malacológica del Cuaternario marino de la Isla del Aire (Menorca)». Acta Geol. Hisp. T. 7, núm. 6, págs. 178-179.
- MERCADAL, B., & PETRUS, J. L. (1980): «Nuevo yacimiento de *Testudo gymnesicus* Bate, 1914 en la Isla de Menorca». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, t. 24, págs. 15-21.
- MERCADAL, B.; PILLERI, G., & CASINOS, A. (1985): «A Tooth of *Scaldicetus grandis* (Du Bus, 1872) (Physeteridae) from Aire Island (Menorca, Spain)». Investigations on Cetacea, volumen 17, págs. 31-34.
- MOISISOVICS, E. (1887): «Über Ammoniten führende Kalke unternorischen Alters Auf den Balearischen Inseln». Verh. Der K. K. Geol. Reichsanstall, págs. 327-329.

- MUNIER-CHALMAS (1879): «Fossiles recueillis aux Baléares par H. Hermite». Bull. Soc. Geol. France (7), III, págs. 497.
- MUNTANER, A. (1959): «Nota preliminar sobre las formaciones tirrenienses de la Isla de Menorca (Baleares)». Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 5, págs. 34-36.
- NOLAN, H. (1886): «Trías de Menorca y Mallorca». Bol. Com. Mapa Geol. España, t. 15, págs. 234-241.
- NOLAN, H. (1887): «Note sur le Trías de Minorque et de Majorque». Bull. Soc. Geol. France, 3 sér., XV, págs. 593-599.
- NOLAN, H. (1893): «Sur les terrains triassiques et jurassiques des îles Baléares». C. R. Soc. Géol. France, T. CXVII, núm. 23, págs. 821-823.
- NOLAN, H. (1895): «Structure géologique d'ensemble de l'Archipel Baléare». Bull. Soc. Géol. France, 3 sér., T. 23, págs. 76-91.
- NOLAN, H. (1897): «Rasgos generales de la estructura geológica del archipiélago balear». Bol. Com. Mapa Geol. de España, t. 22, págs. 101-120.
- NOLAN, H. (1914): «Notes sur certaines points de la géologie des Baléares: île de Minorque». Manuscrito Inédito. Biblioteca del Ateneo de Mahón, 60 págs.
- NOLAN, H. (1927): «Le Muschelkalk de Minorque». Manuscrito. Inédito. Ateneo de Mahón.
- NOLAN, H. (1933): «Notas sobre diversos puntos de la geología menorquina para dilucidar y comprobar». Rev. Menorca, t. 28, págs. 152-159.
- NOLAN, H. (1933): «Comparación entre el Pérmico y el Trías de los Alpes Marítimos y el del Archipiélago Balear». Rev. Menorca, t. 28, págs. 119-121.
- OBRADOR, A. (1968): «Interpretación tectónica del puerto de Mahón». Fondo Cultural Caja Pens. Dip. Prov. Barcelona, págs. 303-310.
- OBRADOR, A. (1970): «Estudio Estratigráfico y Sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca». Acta Geol. Hisp., T. 5, núm. 1, págs. 19-23.
- OBRADOR, A. (1972): «Significado de unos potholes modelados en el Mioceno menorquín». Acta Geol. Hisp., T. 7, págs. 161-163.
- OBRADOR, A. (1972): «Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca». Rev. Menorca, 2.º se., págs. 137-197.
- OBRADOR, A. (1973a): «Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca». Rev. Menorca, 1.º sem., págs. 35-97.
- OBRADOR, A. (1973b): «Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la Isla de Menorca». Rev. Menorca, 2.º sem., págs. 125-189.
- OBRADOR, A. (1977): «Bibliografía del Permo-Trás de las islas Baleares». Cuad. Geol. Ibérica, número 4, págs. 669-672.
- OBRADOR, A. (1979): «Introducción geológica a la historia de Menorca». Geografía e Historia de Menorca, T. I, págs. 1-76.

- OBRADOR, A. (1983a): «IX. el Carbonífero de Menorca». X Congr. Intern. Estrat. y Geol. del Carbonífero. El Carbonífero y Pérmico de España, págs. 337-342.
- OBRADOR, A. (1983b): «7. El Pérmico de las Baleares». X Congr. Intern. Estrat. y Geol. del Carbonífero. El Carbonífero y Pérmico de España, págs. 463-470.
- OBRADOR, A., & MERCADAL, B. (1969): «Presencia de depósitos travertínicos lacustres de edad cuaternaria en la Isla de Menorca (Baleares)». Rev. de Menorca, año LX, 7.ª ép., págs. 77-82.
- OBRADOR, A., & MERCADAL, B. (1969): «Sobre la presencia de depósitos cuaternarios continentales en el puerto de Mahón». Rev. Menorca, cuad. III, págs. 171-173.
- OBRADOR, A.; MERCADAL, B., & ROSELL, J. (1971): «Geology of Menorca». Geol. Soc. Am. Thenth International Field Institute. Guidebook, págs. 139-148.
- OBRADOR, A., & MERCADAL, B. (1972): «Nuevas localidades con fauna ictiológica para el Neógeno menorquín». Acta Geol. Hisp., t. 8, núm. 4, págs. 115-119.
- OBRADOR, A., & FREEMAN, T. (1975): «Erosional features and multiple generations of dolomite in the Miocene of Cala St. Esteve (Menorca, Baleares)». IX. Intern. Congr. Sed., T. VII, págs. 159-164.
- OBRADOR, A.; ESTRADA, R., & ROSELL, J. (1978): «Facies de abanico submarino en el Paleozoico de la Isla de Menorca». Est. Geológicos, 34, págs. 133-138.
- OBRADOR, A.; POMAR, L.; RODRÍGUEZ, A., & JURADO, M. J. (1983a): «Unidades deposicionales del Neógeno menorquín». Acta Geol. Hisp., t. 18, núm. 2, págs. 87-97.
- OBRADOR, A.; POMAR, L.; RODRÍGUEZ-PERA, A., & JURADO, M. J. (1983b): «El Neógeno de Menorca». El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca). Guía de Excusiones. Inst. Est. Baleàrics y Universidad de Palma de Mallorca, págs. 59-71.
- OBRADOR, A.; POMAR, L.; RODRÍGUEZ-PERA, A., & FORNOS, J. J. (1983): «El Neógeno del sector de Maó». El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca). Guía de las excusiones. Inst. d'Est. Balears y Univ. Palma de Mallorca, págs. 207-232.
- PIVETEAU, J. (1961): «Quelques mammifères singulaires de Corse et des îles Baleares et leur significance paleogeographique». Coll. Intern. du Centre Nat. de la Recherche Scient., T. 19, págs. 49-54.
- POMAR, L. (1979): «La Evolución tectonosedimentaria de las Baleares: análisis crítico». Acta Geol. Hisp., t. 14, págs. 193-210.
- POMAR, L. (1980): «Ensayo de un nuevo modelo para la evolución tectonosedimentaria de las Baleares». Acta Geol. Hisp., núm. 14, págs. 293-310.
- POMAR, L. (1981): «Hacia una nueva concepción geológica de las Islas Baleares». Estudis Baleàrics, t. 1, núm. 1, págs. 29-35.
- RONSETI, J. (1909): «Expedición a los terrenos volcánicos de Ferragut». Rev. Menorca, págs. 1-2.
- PRAESENT, H. (1910): «Die Balearischen Inseln. Beobachtungen auf einer Studienreise». Mitt. Verh. Erdk. Leipzig, págs. 27.

- PRAESENT, H. (1911): «Bau und Boden der Balearischen Inseln». *Jahresber. Geogr. Gesell. Greifswald*, t. 13, págs. 19-106.
- PRAESENT, H. (1912): «Neue Klimatische Werke für Menorca und Ibiza». *Meteorologische Zeitschrift*, págs. 28.
- RAMIS y RAMIS, J. (1948a): «Aportación del Dr. J. Ramis y Ramis a la obra "Descripciones de las Islas Pithiusas y Baleares" del Dr. J. Vargas Ponce». *Rev. Menorca*, 6.<sup>a</sup> ép., págs. 48-65.
- RAMIS y RAMIS, J. (1948b): «Aportación del Dr. J. Ramis y Ramis a la obra "Descripciones de las Islas Pithiusas y Baleares" del Dr. J. Vargas Ponce». *Rev. Menorca*, 6.<sup>a</sup> ép., págs. 123-145.
- RIBA, O. (1978): «Menorca». *Muntanya*, págs. 66-68.
- RODRÍGUEZ FEMENÍAS, J. J. (1865-1868): «Catálogo razonado de las plantas vasculares de Menorca». Imprenta Fábregas Hnos., 116 págs. Mahón.
- RODRÍGUEZ-PÉREZ, A., RAMOS-GUERRERO, E., POMAR, L. PANIELLO, X., OBRADOR, A. & MARTÍ, J. (1987): «El Triásico de las Baleares». *Cuadernos de Geología Ibérica*, vol. 11, págs. 295-321.
- ROSELL, J., y OBRADOR, A. (1968): «Génesis del Puerto de Mahón». *But. Casa de Menorca*, págs. 6-10.
- ROSELL, J.; OBRADOR, A.; MERCADAL, B. (1969): «Estudio sedimentológico y estratigráfico de la Isla del Aire (Menorca)». *Bol. Geológico y Minero*, T. 80, VI, págs. 538-544.
- ROSELL, J.; OBRADOR, A.; MERCADAL, B. (1969): «Sobre la presencia de flysch en los sedimentos paleozoicos de la Isla de Menorca». *Acta Geol. Hisp.*, t. 4, núm. 1, págs. 1-4.
- ROSELL, J.; OBRADOR, A.; MERCADAL, B. (1976): «Las facies conglomeráticas del Mioceno de la Isla de Menorca». *Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares*, t. 21, págs. 76-93.
- ROSELL, J., y LLOMPART, C. (1983): «Aportaciones al estudio del Mioceno del extremo oriental de Menorca». *Acta Geol. Hisp.*, t. 18, núm. 2, págs. 99-104.
- ROSELL, J.; ARRIBAS, P., ELIZAGA, E. & GÓMEZ, D. (1988): «Caracterización sedimentológica y petrográfica de la serie roja permo-triásica de la isla de Menorca». *Bol. Geol. y Minero*. T. XCIX-I, págs. 71-82.
- ROSELL, ELIZAGA, E. (1989): «Evolución tectosedimentaria del Paleozoico de la isla de Menorca». *Bol. Geol. y Minero*, vol. 100-2, págs. 193-204.
- ROSELL, J.; ARRIBAS, J. (1989): «Características petrológicas de las areniscas del Carbonífero de facies Culm de la isla de Menorca. *Bol. Geol. y Minero*. Vol. 100-5, págs. 853-864.
- RULLÁN, J. B. (1967): «Contribuciones al conocimiento de la ictología actual y fósil de Menorca». *Rev. de Menorca*, págs. 197-210.
- SAIORD BARCELÓ, R. (1955): «Breve resumen de geología menorquina». *Monografías menorquinas*, núm. 10, 19 págs.
- SÁNCHEZ, J. (1977): «Macrofauna cretácica de la Isla de Menorca». *Publ. Geología U.A.B.*, 9, 159 págs.

- SCHINDEWOLF, O. H. (1934): «Über zwei jungpaläozoische cephalopoden faunen von Menorca». Ann. Ges. Wiss. Gottingen Math-Phys. Kl., t. 10, págs. 155-192.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1951): «Glaziale Erscheinungen im Oberdevon von Menorca». Akad. Wissen. Lit. Abh. Math. Nat. Kl., núm. 13, 21 págs.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1956): «Fenómenos Glaciares en el Devónico superior de Menorca». Publ. Extr. Geol. Esp., t. IX, págs. 3-24.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1958): «Über eine Namur-Fauna von Menorca». N. Ib. F. Geol. Math., t. I, págs. 1-8.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1960): «Fenómenos Glaciares en el Devónico Superior de Menorca». Monografías Menorquinas (Separata del «Iris»), núm. 49.
- SCHMIDT, M. (1931): «Weitere Studien in der Iberischbalearischen Trias». Sitz. Preuss. Akad. Wiss. Phys. Math. Kl., t. 32, págs. 3-21.
- SCHMIDT, M. (1935): «Fossilien der spanischen Trias». Abh. Heidelberg. Akad. Wiss. Math. Natur. Kl., t. 22, 140 págs.
- SCHWARZBACH, M. (1958): «Die "Tillite" von Menorca und das Problem devonischer Vereisungen». Sonder Veröffentl. Geol. Inst. Univ. Köln, 3, 19 págs.
- SEIDLITZ, W. von (1926): «Der Geologische Aufbau Spaniens und Westlichen Mittelmeergebietes». Jenaische Zeits. für Natur. Jena, 3, págs. 1-9.
- SEIDLITZ, W. von (1933): «Beitrag zur Geologie des Westlichen Mittelmeergebietes». Géol. Méd. Occ., vol. 2, núm. 45-47, págs. 1-16.
- SOLÉ SABARIS, L. (1942): «Estado actual de nuestros conocimientos sobre las Alpides Españolas». Bol. Univ. Granada, t. 14, núm. 71, págs. 425-465.
- SOLÉ SABARIS, L. (1959): «Succession des faunes marines du Pliocène au Quaternaire sur les côtes méditerranéennes d'Espagne et aux Baléares». Centre Nat. Rech. Scient. Paris (LXXXIII ème Colloq. Intern.), págs. 283-293.
- SOLÉ SABARIS, L. (1962): «Le Quaternaire marin des Baléares et ses rapports avec les côtes Méditerranées de la Penínsule Ibérique». Quaternaria, t. 6, págs. 309-342.
- STATTEGGER, K. (1979): «Schwermineraluntersuchungen im Devon und Karbon von Menorca (Spain)». Mitt. Österr. Geol. Ges., V. 70, págs. 43-48.
- STAUB, R. (1926): «Gedanken zu Tektonik Spaniens: zur Kenntnis der Alpinen Leitlinien und Westlichen Mittelmeer». Viert. der Naturf. Gesell. Zürich, t. 71, págs. 196-261.
- STAUB, R. (1927): «Ideas sobre la tectónica de España». R. Acad. Cienc. Bellas Letras y Nobles Artes (Córdoba), págs. 3-83.
- STAUB, R. (1933): «Gedanken zu Tektonik Spaniens: zur Kenntnis der Alpinen Leitlinien und Westlichen Mittelmeer». Géol. Medit. Occ., vol. 2, núm. 46, págs. 1-10.
- STILLE, H. (1927a): «Über westmediterrane Gebirgszusammenhage». Abh. Gess. Wiss. Göttinger. Kl., T. 12, V. 3, págs. 1-62.

- STILLE, H. (1927b): «Zum Balearischen Problem». *Abh. Gess. Wiss. Gottingen. Math-Phys. Kl.*, V. 12, núm. 3.
- STILLE, H. (1932): «Über westmediterrane Gebirgszusammenhaage». *Geol. Medit. Occ.*, T. 2, núm. 17, 20 págs.
- STILLE, H. (1933a): «Über westmediterrane Gebirgszusammenhaage». *Geol. Medit. Occid.*, T. 2, núm. 47, págs. 1-6.
- STILLE, H. (1933b): «Zum Balearischen Problem». *Geol. Medi. Occid.*, T. 2, núm. 47, págs. 1-6.
- STILLE, H. (1934): «Bemerkungen zur perimesetischen Faltung in ihrem Subpyrenäisch-baleárischen Auteile». *Abh. Gessell. Wiss. Göttingen. Math. Phys. Kl.*, t. 3, núm. 10, págs. 193-208.
- STILLE, H. (1942a): «Nota sobre los plegamientos perimeséticos y su parte sudpirenaica y baleárica». *Publ. alem. sobre Geol. España*, t. 1, págs. 15-24.
- STILLE, H. (1942b): «Sobre los enlaces de las cadenas de montañas del Mediterráneo Occidental». *Publ. Alem. Geol. Esp.*, T. 1, págs. 26-70.
- THOMAS, J. M., & MONTORIOL, J. (1951): «Los fenómenos cársticos de Parelleta (Ciudadela, Menorca)». *Rev. «Speleón»*, T. 2, núm. 4, págs. 191-215.
- TORNQUIST, A. (1909): «Über die ausseralpine Trias auf den Balearen in Katalonien». *Stilzb. Kön Preuss Akad. Des Wiss.*, t. 36, págs. 902-918.
- VARGAS PONCE, H. (1787): «Descripciones de las Islas Pithiusas y Baleares de orden superior». Imp. Vda. Ibarra y Cía., págs. 1-158.
- VIRGILI, C. (1958): «El Triásico de los Catalánides». *Bol. Inst. Geol. y Min. Esp.*, t. 69, págs. 1-856.
- WURM, A. (1960): «Proyección geológico-geofísica de aguas subterráneas realizadas en la Isla de Menorca para el Instituto Nacional de Colónización». *Geoprosco*, 33.



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

Ríos Rosas, 23 - 28003 MADRID