

## DATOS PALEONTOLOGICOS Y TAFONOMICOS DE LA FORMACION TURRE EN CORTIJADA DE AREJOS (ALMERIA)\*

J. DE PORTA\*\*

J. MARTINELL\*\*\*

J. CIVIS\*\*

RESUMEN.—La Formación Turre consta de dos miembros: el Miembro Azagador, que se apoya discordante sobre el basamento metamórfico, y el Miembro Abad, que se le superpone. En la sección de Cortijada de Arejos (Almería) el Miembro Azagador tiene una potencia de 19 m. y litológicamente está representado por arenitas y conglomerados de elementos paleozoicos con algo de cemento calcáreo. Del Miembro Abad sólo está representada la parte basal, que queda recubierta por el Pleistoceno discordante. Litológicamente está formado de arenas, arcillas y margas. La macrofauna sólo es abundante en el Miembro Azagador y consta de Briozoos (las formas más abundantes son las de tipo vinculariforme, celleporiforme y membraniporiforme), Braquiópodos (*Terebratula sinuosa* y *Hemithiris*), Moluscos (*Chlamys scabrella*, *Ostrea*, *Spondylus crassica* y *Cirsotrema lamellosum*), junto con algunos rhodolitos. Las características tafonómicas y las formas de crecimiento de los Briozoos ponen de manifiesto que el Miembro Azagador se depositó en un medio tranquilo, con períodos caracterizados por una tasa de sedimentación baja y corrientes débiles. Cabe destacar la actividad de los organismos perforantes, como *Cliona*, *Spathipora*, *Polydora*, etc., sobre Bivalvos y Braquiópodos; dominio de los elementos de la epifauna y la carencia de las formas sedimentívoras. La presencia de *Globorotalia mediterranea* en el Miembro Abad indicaría una edad Messiniense para la Formación Turre. Las condiciones ambientales del Miembro Azagador determinarían la ausencia de *G. mediterranea*; sin embargo, por el carácter discordante del Miembro Azagador se incluye éste en el Messiniense.

\* Este trabajo se ha beneficiado de la ayuda concedida para el Fomento de la Investigación en la Universidad.

\*\* Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias. Salamanca.

\*\*\* Departamento de Paleontología. Facultad de Geología. Barcelona.

SUMMARY.—The Turre Formation consists of two Members: the lower or Azagador, which lies unconformable on the metamorphic basement, and the upper or Abad.

In the Cortijada de Arejos section, in the Almería province, the Azagador Member is 19 m. thick, and consists of arenites and conglomerates built up of fragments of Paleozoic rocks in a calcareous cement.

The Abad Member, represented only by the lowest part, is unconformably overlain by the Pleistocene and consists of sandstones, claystones and marls.

The macrofauna is only abundant in the Azagador Member. It consists of Bryozoa, with the vinculariform, celleporiform and membraniporiform types the most important; Brachiopoda (*Terebratula sinuosa* and *Hemithiris*); Mollusca (*Chlamys scabrella*, *Ostrea*, *Spondylus crassicauda* and *Cirsotrema lamellosum*) as well as some rhodolites. The taphonomic features and the growing forms of the Bryozoa show that the Azagador Member was formed in a quiet environment, with periods characterized by low rate of sedimentation and weak currents. The activity of the boring organism such as *Cliona*, *Spathipora*, and *Polydora* on Bivalvia and Brachiopoda, as well as the predominance of the epifaunal components and the lack of deposit feeders, is to be emphasized.

The presence of *Globorotalia mediterranea* in the Abad Member indicates a Messinian age for the Turre Formation. The absence of this fossil in the Azagador Member is explained by the different environmental conditions. Therefore, taking into account the unconformity of the Azagador Members on the basement, is also included in the Messinian.

## INTRODUCCION

Una parte de los datos que figuran en este trabajo fueron presentados en el Seminario sobre el Messiniense que tuvo lugar en Málaga en septiembre de 1977 (Messinian Seminar N.º 3. IUGS Project N.º 96. Messinian Correlation).

La sección estratigráfica que se estudia está levantada en Cortijada de Arejos, situada en el Km. 18,5 de la Carretera Sorbas-Níjar, en la provincia de Almería. Forma parte de la cuenca terciaria de Almería, situada en la vertiente sur de las Cordilleras Alhamilla-Cabrera. Los sedimentos que forman esta cuenca en su mayor parte pertenecen al Mioceno.

Desde el punto de vista litoestratigráfico se ha adoptado la nomenclatura propuesta por VOLK & RONDEEL (1964). Fue VOLK (1967) el primero en aportar datos paleontológicos de la Formación Turre, atribuyéndole una edad miocénica. Sin embargo, los datos estratigráficos y paleontológicos dados por VOLK corresponden a un sector de la cuenca de Sorbas-Vera

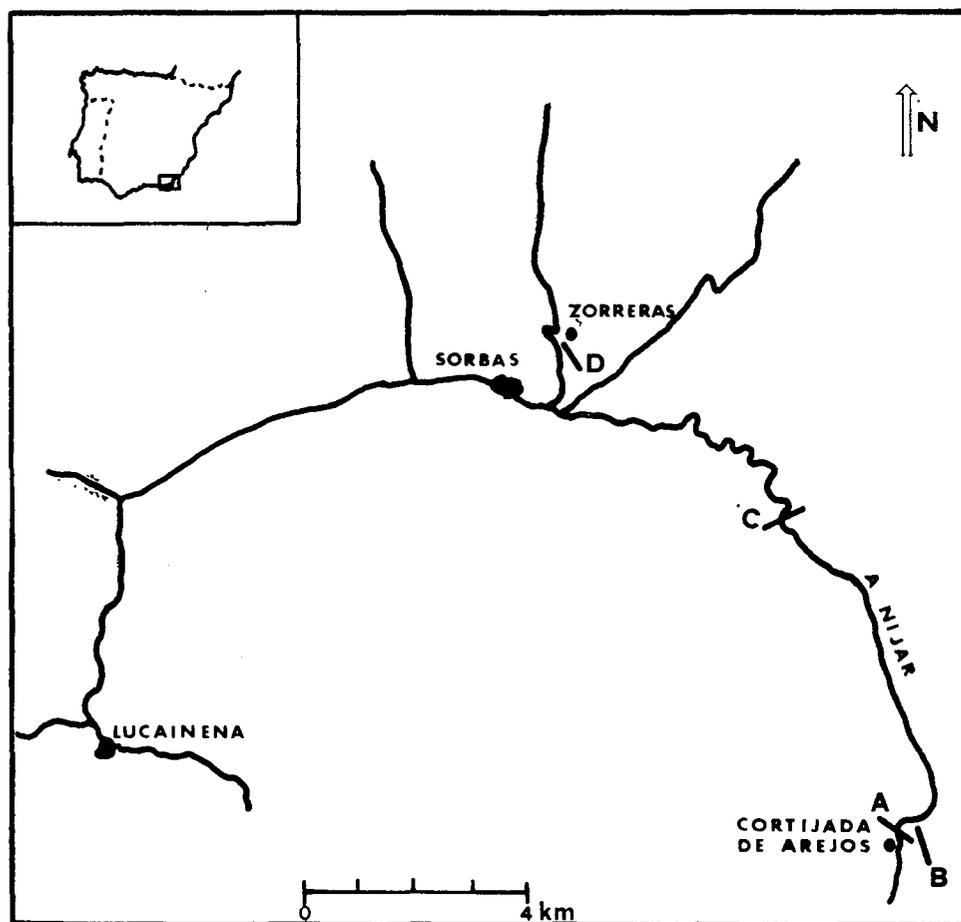


FIG. 1

Situación geográfica y localización de la sección Cortijada de Arejos (A)

(secciones de la Carretera Garruche-Turre, Turre-Los Gallardos, Vera-Sorbas y Rambla del Nuño).

La excelente exposición del afloramiento permite obtener una sección estratigráfica de detalle junto con un estudio lo más exhaustivo posible bajo el aspecto paleontológico; corresponde al stop 2 de DRONKERT & PAGNIER (1977).

Agradecemos al doctor Reguant, del Departamento de Estratigrafía de la Universidad de Barcelona, los datos suministrados en lo referente al estudio de los Briozoos.

### LITOESTRATIGRAFIA

En la sección estudiada están representados el Miembro Azagador y la parte basal del Miembro Abad, correspondientes a la Formación Turre.

## MIEMBRO AZAGADOR

Discordante con las filitas metamórficas que corresponden al Complejo de la Alpujarrida, presenta un espesor total de 19 m. Litológicamente está formado por arenitas y conglomerados, con cantos de lidita, cuarzo, esquistos, etc., a veces con un cemento calcáreo, lo que da lugar a niveles más consolidados. Los granos de tamaño arena corresponden a elementos paleozoicos y los únicos clásticos calcáreos son bioclastos, principalmente de Moluscos, Briozoos y Algas, pero siempre de tamaño superior al de la arena. La presencia de elementos paleozoicos da en general una coloración gris oscura que se hace más clara hacia la parte superior y finalmente adquiere una tonalidad amarillenta en la parte más alta del miembro. En detalle, como vamos a ver, existen variaciones importantes dentro de estos rasgos generales comunes.

Se pueden distinguir tres tramos con características peculiares. En el tramo inferior las arenitas y conglomerados están más cementados y por tanto se presentan más compactos, formando dos bancos masivos (AR-1, AR-2, y AR-3, AR-4) de 3 m. y 2,8 m. de espesor respectivamente. Los gránulos (2-4 mm.) y la fracción correspondiente a la arena gruesa son en general angulosos. Entre el cemento calcáreo son frecuentes las capas de Miliolidae y restos de Moluscos. En el nivel AR-3, AR-4 la fracción orgánica constituye algo más del 50 por 100, compuesta de Briozoos de tipo vinculariforme y celleporiforme, así como algas calcáreas en forma de rhodolitos.

El tramo medio (AR-5) es el más potente (6-7 m.) y se caracteriza por presentar, además de cantos dispersos entre las arenitas, pequeños lentejones de conglomerados de tamaño variable y de irregular distribución.

En el tramo superior (AR-6 a AR-9), si bien los cantos son aún frecuentes y algunos de tamaño grande (hasta 7 cm.), tienen una disposición más dispersa. El cemento calcáreo es más abundante que en el tramo medio, pero sin llegar a alcanzar la cementación del tramo inferior. A 0,35 m. del techo de AR-6 se encuentra una franja de *Ostrea* muy continua a lo largo de todo el afloramiento y dispuestas casi siempre unas al lado de otras. Cabe destacar aquí la presencia de una acumulación de *Ostrea edulis* (AR-7); su espesor oscila entre 0,8 y 1 m., en cuya base se pueden apreciar pequeños paleocanales. El Miembro Azagador termina con 1 m. de arenitas, de grano más fino que las anteriores, todavía con algunos cantos dispersos, muy ricas en fauna (AR-9).

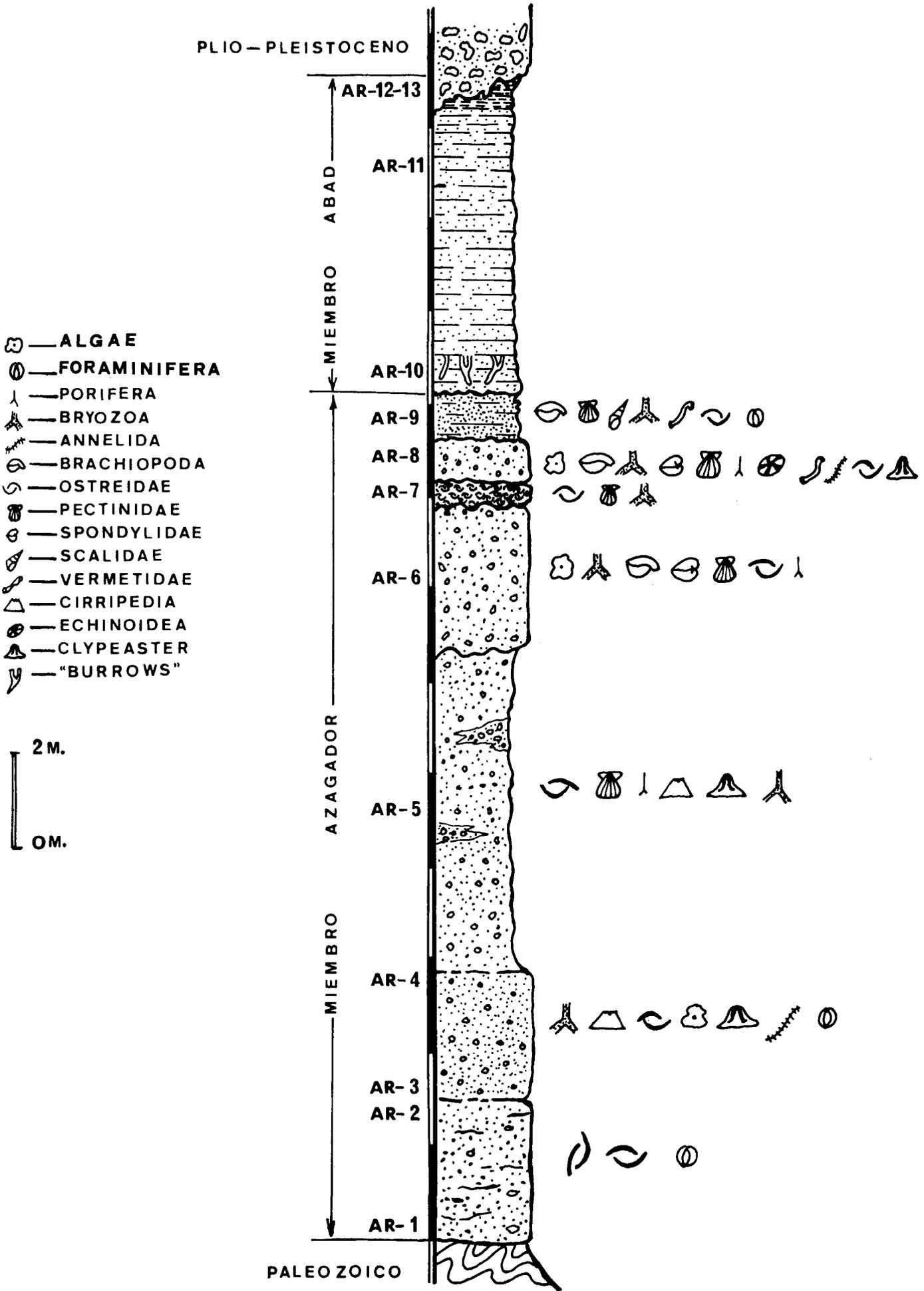


FIG. 2

Sección estratigráfica de los Miembros Azagador y Abad

## MIEMBRO ABAD

La base de este miembro está constituida por arenitas de grano medio, de color amarillento, y que descansan sobre el Miembro Azagador. Las arenitas, que tienen un espesor de 7 m., pasan verticalmente a unas arcillas blancas y margas que en la sección levantada apenas afloran. En este punto el espesor del Miembro Abad varía rápidamente debido a que se encuentra erosionado y fosilizado por los conglomerados brechoides de edad Plio-Pleistoceno, que llegan a descansar incluso sobre el Miembro Azagador. En la parte inferior se han observado fenómenos de bioturbación en forma de «burrows» en posición horizontal y vertical. Son frecuentes las costras calcáreas y algunas estructuras como ripples de oleaje.

## DISTRIBUCION DE LA MACROFAUNA

En este apartado se han incluido, asimismo, las algas por ser un grupo muy restringido en cuanto a número de representantes, por lo que no justifica dedicarles un capítulo aparte. A primera vista la fauna presente en el Miembro Azagador es poco variada y monótona; un estudio de detalle pone en evidencia una mayor variedad de taxones, algunos de los cuales solo se pueden reconocer a partir de sus manifestaciones biológicas.

En la tabla I se da la distribución de la macrofauna a través de los puntos de muestreo realizados en la sección.

A partir de esta tabla se observa que la distribución de la fauna no es homogénea, sino que presenta una distribución en tres grandes unidades con un cierto paralelismo a la señalada en relación con la litología. Cabe destacar la abundancia de Briozoos y Algas calcáreas en la mitad superior del tramo inferior (AR-3, AR-4) acompañando algunas otras formas siempre poco abundantes en individuos no reflejadas en la tabla de distribución, ya que no se han identificado genéricamente.

El tramo medio presenta una fauna de tamaño grande con *Clypeaster*, *Ostrea edulis* y *Balanus* junto con *Chlamys scabrella*. Esta fauna es, sin embargo, poco numerosa en individuos.

A partir del nivel AR-6 la fauna es más variada en especies, aunque no todas ellas son igualmente abundantes en número de individuos. *Chlamys scabrella* y *Terebratula sinuosa* son las dos formas con una mayor proporción, de tal manera que llegan a representar más del 80 por 100 del total de la fauna. Los niveles AR-8 y AR-9, con el que termina el Miembro Azagador, contienen una mayor cantidad de especies, pero la mayor parte de ellas representadas por pocos individuos. Además de *Chlamys*



TABLA I (continuación)

	AR-1	AR-2	AR-3	AR-4	AR-5	AR-6	AR-7	AR-8	AR-9
<i>Chlamys</i> (A.) <i>scabrella</i> (LAMARCK) ... ..					+	+	+	+	+
? <i>Chlamys</i> (M.), aff. <i>latissima</i> (BROCCHI) ... ..							+		
<i>Pecten</i> (F.) <i>revolutus</i> MICHELOTTI ... ..					+	+			
<i>Pecten</i> sp. ... ..									
<i>Spondylus</i> (S.) <i>crassica</i> LAMARCK ... ..						+			
<i>Gryphaeostrea</i> sp. ... ..			+						
<i>Ostrea edulis</i> LINNE ... ..	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ostrea</i> sp. ... ..	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cirsotrema</i> (C.) <i>lamellosum</i> (BROCCHI) ... ..									
Naticidae ... ..									
Muricidae ... ..									
<i>Balanus</i> sp. ... ..			+	+	+			+	
<i>Clypeaster</i> aff. <i>ibericus</i> LAMBERT ... ..			+		+				
<i>Clypeaster</i> sp. ... ..			+	+	+			+	

*scabrella* y *Terebratula sinuosa* abundan los diferentes tipos de Briozoos ya citados.

En el Miembro Abad sólo se ha señalado la presencia de actividad «burrowing» en la base (AR-10). La macrofauna es localmente muy escasa, pero se han encontrado restos de *Pecten*, *Amusiopecten* y fragmentos de Equínidos representados principalmente por púas.

### OBSERVACIONES SOBRE LA FAUNA PRESENTE EN LA SECCION ESTUDIADA

Damos a continuación un breve comentario de cada una de las grandes unidades taxonómicas presentes en la sección estudiada.

#### ALGAE

Corresponden al tipo *Lithothamnium*, presentándose en forma de rodolitos que pueden alcanzar un tamaño de 3 cm. Su núcleo está constituido por material inorgánico o bien por material orgánico (fragmentos de Briozoos, Moluscos, etc.). También es frecuente que estas algas formen una patina que tapiza la pared externa de los Briozoos vinculiformes y de algunos cantos. Estas disposiciones se han podido observar preferentemente en el nivel AR-3, que es donde más abundan las algas.

En su crecimiento, las filas de células entrapan cemento calcáreo, pequeñas partículas de arena y pequeños restos orgánicos como pueden ser caparazones de Foraminíferos, fragmentos de conchas de Moluscos, etcétera.

#### FORAMINIFERA

Se encuentran en estado muy fragmentario y mala conservación. Destacan restos de Miliolidos, *Lenticulina*, *Discorbis*, *Elyhidium* y *Heterolepa*, así como algunos restos planctónicos, habiendo podido identificar únicamente *Orbulina*. En la parte alta del tramo medio (AR-9) destaca la presencia de *Heterostegina*.

#### BRYOZOA

Constituye un grupo muy numeroso que está presente en los distintos niveles de la sección. Si bien se encuentra todavía en estudio, se ha dedicado una mayor atención a las distintas formas de crecimiento en vistas a la obtención de datos de orden paleoecológico siguiendo las directrices expuestas por SCHOPF (1969) y LABRACHERIE (1970). Las formas hasta el

presente identificadas son: *Lichenopora*, *Biflustra savartii*, *Onychocella*, *Smittina*, *Metrarabdotos* aff. *tarraconensis* y *Cellepora*. Por la actividad perforante se ha puesto de manifiesto la presencia de *Terebripora* y *Spathipora*. En cuanto a los tipos de crecimiento, se han reconocido las siguientes formas: Celleporiforme, vinculariforme, membraniporiforme, adeoniforme y retoporiforme.

#### BRACHIOPODA

Los Braquiópodos están representados básicamente por dos géneros: *Terebratula* y *Hemithiris*. El primero, muy abundante en los niveles superiores del Miembro Azagador (AR-6, AR-8), comprende una sola especie, *T. sinuosa*, que, como ha señalado MARASTI (1973) para los ejemplares del Torrente Stirone del Tortoniense de Italia, presenta caracteres morfológicos externos muy variables. *Hemithiris*, mucho menos numeroso en individuos, con un estado de conservación muy deficiente, no permite una determinación específica. De todas maneras cabe destacar el carácter restringido de la posición estratigráfica de dicho género, pues sólo se ha encontrado en los niveles AR-8 y AR-9.

#### ANNELIDA

Son minoritarios en el registro fósil. Su presencia bajo el aspecto de manifestaciones vitales (perforaciones) se trata en el apartado de Evidencias de reacción y coacción.

Una de las formas, *Spirorbis* sp., aparece esporádicamente en los niveles AR-3 y AR-8, pudiéndose observar relativamente bien su enrollamiento. En AR-3 se encuentran varios ejemplares fijos en la parte interna de la valva de *Gryphaeostrea*.

Otro tipo de Anélidos está representado por tubos de pequeño tamaño, caracterizados por una suave arista en su parte dorsal, aunque por el estado de conservación no es posible una precisión sistemática. Este tipo lo encontramos fijo sobre *Terebratula sinuosa*.

#### MOLLUSCA

Son los más abundantes tanto en especies como en individuos y están representados exclusivamente por dos clases. De ellas, Bivalvia, que es la más importante, comprende representantes de las familias siguientes: Pectinidae, Ostreidae y Spondylidae. Entre los Pectinidae, *Chlamys scabrella* es la forma dominante. Entendemos esta especie en el sentido amplio empleado por RAFFI (1970); se trata de una forma con una gran va-

riabilidad morfológica en la que junto a especímenes con características morfológicas típicas de *Ch. scabrella* se han encontrado individuos que por sus características son consideradas por diferentes autores como *Ch. bollenensis*. Se han encontrado además dos ejemplares de *Pecten revolutus* y posiblemente *Chlamys latissima*. Junto a estas formas existen fragmentos indeterminables que corresponden a grandes Pectínidos, que se diferencian totalmente de las especies señaladas.

Los Ostreidae están representados por *Ostrea edulis*, y sólo se ha encontrado una valva de *Gryphaeostrea* en la parte inferior de la sección (AR-3). Los ejemplares de *O. edulis* se encuentran con frecuencia con las dos valvas juntas y si bien están presentes en casi todos los niveles como individuos dispersos, en la parte superior del Miembro Azagador (AR-7) constituyen una gran acumulación que destaca morfológicamente.

Spondylidae comprende un solo ejemplar entero de *Spondylus crassica*, con las dos valvas, y varios fragmentos que por sus características morfológicas pueden atribuirse a la misma especie.

De la clase Gastropoda se ha encontrado un ejemplar de *Cirsotrema lamellosum*. Morfológicamente presenta relaciones muy estrechas con *C. crassicostatum*. \*

Atribuimos a un posible Vermetidae tres ejemplares de difícil identificación genérica debido a su estado de conservación y por estar además uno de ellos recubierto por un Briozoo membranoporiforme. Se han encontrado Vermétidos sobre una valva de *Ch. scabrella*, un fragmento de *Spondylus crassica* y en la valva dorsal de *Hemithiris*.

#### ARTHROPODA

Unicamente se han reconocido representantes de Cirripedia (*Balanus* sp.), que son relativamente frecuentes y en general de talla media y grande. Se encuentran principalmente hacia los niveles inferiores.

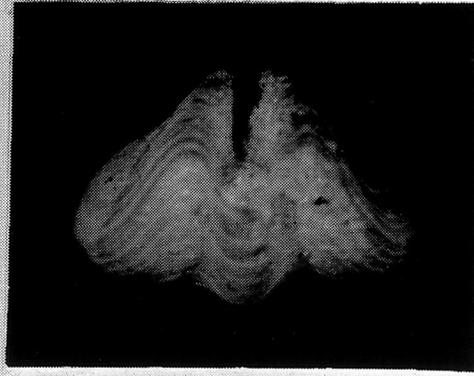
#### ECHINODERMATA

También es un filum minoritario en que todas las formas que se han reconocido pertenecen a Echinoidea. A excepción de un ejemplar de *Clypeaster* aff. *ibericus*, todos los demás tipos se encuentran en estado bastante precario de conservación.

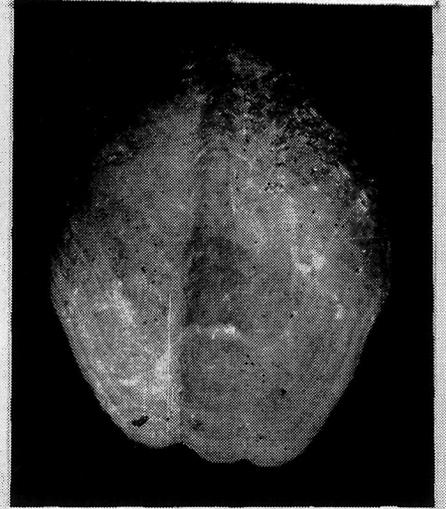
\* El grupo *Cirsotrema lamellosum* está siendo objeto de estudio por MARTINELL & PORTA.



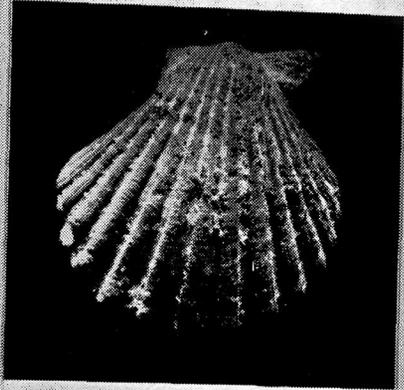
1a



1b



1c



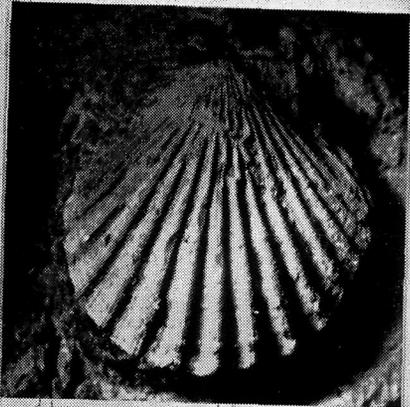
2



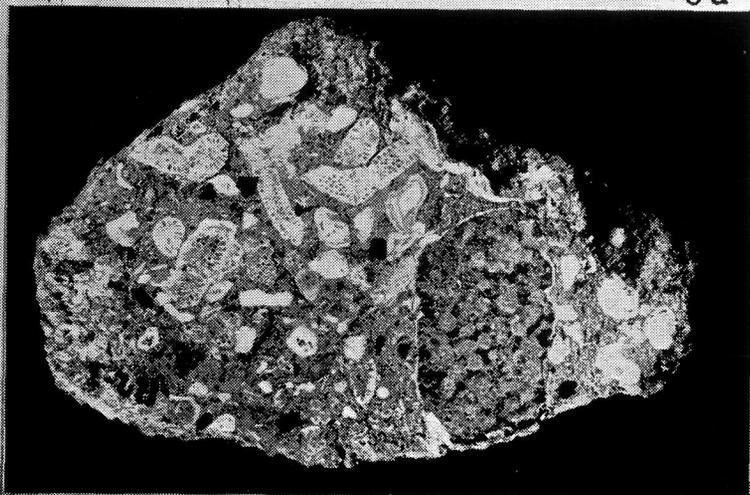
4



5



3



6a



6b

ESTUDIO TAFONOMICO Y PALEOECOLOGICO  
DEL MIEMBRO AZAGADOR

TAFONOMÍA

Los niveles inferiores de la sección están formados por arenitas y conglomerados de tamaño considerable, lo cual *a priori* hablaría a favor de una zona de sedimentación en un medio de alta energía. La observación en detalle de estos niveles, como ya se ha señalado también, nos indica la presencia de un fuerte porcentaje de restos orgánicos. Este llega a representar en los niveles AR-3 y AR-4 valores superiores al 50 por 100 del total del sedimento. Cabe hacer resaltar el elevado porcentaje de Briozoos vinculariformes y celleporiformes, así como de algas calcáreas. Los Briozoos vinculariformes se encuentran, a través del banco, dispuestos en bandas de pocos centímetros alternantes con bandas carentes de los mismos. La presencia de fragmentos de Briozoos vinculariformes de 2 cm. o más de longitud nos indicaría que éstos han sido apenas transportados, puesto que en la actualidad se ha podido comprobar (comunicación personal del doctor REGUANT) que dichos organismos se fragmentan en pequeñas partículas al ser débilmente arrastrados. Todo ello nos induce a pensar que posiblemente estos niveles fueron afectados por ligeras corrientes submarinas que habrían lavado las partículas detríticas de menor tamaño desplazándolas del lugar de sedimentación. Se explicaría así la coexistencia de elementos gruesos (cantos y gránulos) con los fragmentos tan delicados de Briozoos vinculariformes.

LAMINA I

FIG. 1 (a, b, c)

*Terebratula sinuosa* (BROCCHI). Miembro Azagador (AR-9)

FIGS. 2 Y 3

*Chlamys (Aequipecten) scabrella* (LAMARCK). Miembro Azagador (AR-9)

FIG. 4

*Ostrea* sp. con perforaciones de *Cliona megastoma* FISCHER.  
Miembro Azagador (AR-6)

FIG. 5

*Gryphaeostrea* sp. con perforación de Naticidae. Miembro Azagador (AR-3)

FIG. 6a

Briozoos de tipo vinculariforme. Algunos ejemplares están rodeados por una película de *Lithothamnium*. Miembro Azagador (AR-3)

FIG. 6b

Detalle de un Briozoo con la envoltura del alga y la disposición de los conceptáculos.  
Miembro Azagador (AR-3). x10

El nivel AR-5, caracterizado por material grosero y su contenido en pequeños lentejones conglomeráticos, representaría un nivel depositado en un medio de energía más elevada que el anterior. La fauna está representada por individuos de gran tamaño y no parece que hayan sido sometidos a un fuerte desplazamiento.

El nivel AR-6, desde el punto de vista bioestratónómico, tiene características similares a los inferiores, aunque el porcentaje de la fauna es mayor, caracterizándose a su vez por la presencia de organismos de mayor tamaño, entre los que se han podido determinar: *Ostrea edulis*, *Chlamys scabrella*, *Spondylus crassicosta* y *Terebratula sinuosa*, que no presentan evidencias claras de haber sufrido un transporte, aunque tampoco se encuentran en posición de vida.

En la franja de *Ostrea*, que se encuentra a 0,35 m. del techo de AR-6, sobre un total de 55 ejemplares, el 36,5 por 100 presentan las dos valvas juntas, mientras que el número de valvas aisladas es de 63,5 por 100.

El nivel AR-7 está formado por una acumulación de *Ostrea edulis*, muchas de las cuales presentan las dos valvas.

Los niveles AR-8 y AR-9 se caracterizan por la gran abundancia de *Chlamys scabrella*, *Terebratula sinuosa* y Briozoos.

En *Ch. scabrella*, que es la especie más abundante, predominan las valvas aisladas, pero se encuentran también individuos con las dos valvas articuladas (5 por 100). Realizado un muestreo aleatorio, la relación entre valvas derechas y valvas izquierdas es prácticamente igual. En AR-8, sobre un total de 80 valvas, el 52 por 100 corresponden a las valvas izquierdas y el 48 por 100 a las valvas derechas. En AR-9, los valores son del mismo orden (49 por 100 de valvas izquierdas y 51 por 100 de derechas, también sobre un total de 48 valvas).

La conservación de estructuras delicadas, la presencia de individuos con las dos valvas juntas y la igual proporción de valvas derechas e izquierdas en *Chlamys scabrella* nos hacen pensar en un medio de sedimentación tranquilo, con pequeñas turbulencias que darían lugar a las diferentes acumulaciones de la fauna malacológica.

Es frecuente encontrar ejemplares de *Terebratula sinuosa* y *Hemithiris* presentando la cavidad interna tapizada por cristales de calcita; asimismo, algunos ejemplares están fracturados o deformados. La mayoría de los ejemplares fracturados hace pensar en fenómenos de erosión diferencial más que denotar una fragmentación debida al transporte. La deformación de los ejemplares parece ser debida a fenómenos mecánicos ocurridos después de la sedimentación. Asimismo, se ha observado en

*Terebratula*, *Ostrea*, *Chlamys*, *Clypeaster*, etc., la presencia de pequeñas depresiones en sus caparazones posiblemente debidos a la presión ejercida por el sedimento durante los procesos de litificación.

Después de haber realizado el estudio tafonómico se ha llegado a la conclusión que los diferentes niveles objeto de nuestro estudio representarían de un modo general zonas de relativa tranquilidad sujetas posiblemente a suaves corrientes que habrían sido las causantes de la desaparición del material más fino, dando como resultado un predominio de material más grueso.

#### EVIDENCIAS DE REACCIÓN Y COACCIÓN (PERFORACIONES)

Los fenómenos de reacción sólo han sido observados en la parte superior de AR-9 y la base del nivel AR-10 bajo la forma de bioturbación (presencia de «burrows» verticales y horizontales); este último nivel, perteneciente al Miembro Abad.

Un hecho de observación paleoecológico interesante ha sido el de las coacciones entre organismos, en forma de perforaciones. Dentro de éstas se han podido diferenciar las realizadas por: Algae, Porifera, Bryozoa, Annelida y Mollusca.

#### *Algae*

La actividad perforante de estos organismos es patente en la superficie de la concha de algunos individuos de *Terebratula sinuosa*, *Ostrea edulis* y *Gryphaeostrea*, aunque no es muy frecuente. La forma de estas perforaciones es de surcos estrechos, de trazado sinuoso y algunos ramificados. Todo esto nos indica que los organismos perforados estarían sujetos a condiciones batimétricas débiles para favorecer la actividad fotosintética de las algas.

#### *Porífera*

Dentro de los diferentes tipos de manifestaciones de organismos perforantes, las perforaciones realizadas por esponjas son las más frecuentes. Es común encontrar la superficie de *Ostrea edulis* perforada por la actividad de esponjas atribuibles a *Cliona*. Se han podido diferenciar dos tipos a partir del tamaño de las perforaciones; uno de tamaño grande (2,5-3 mm.) y con una disposición aislada que puede corresponder a *Cliona megastoma* (BOEKSCHOTEN 1966, 1967), cuyo registro fósil se extiende desde el Eoceno hasta la actualidad. El otro tipo, caracterizado por perforaciones de tamaño más pequeño (0,3-1,3 mm.), son muy similares a las realizadas por la especie actual, *Cliona celata*. Este último tipo de perfora-

ción se ha encontrado también en la superficie de *Terebratula sinuosa* y *Balanus*, aunque en casos aislados.

### *Bryozoa*

La actividad perforante de este grupo está representada por *Spathipora* y posiblemente *Terebripora*, que coexisten con perforaciones realizadas por *Cliona* y *Polydora*; hecho señalado ya por BOEKSCHOTEN (1966) en una población actual de *Cardita planicosta* procedente de Cadzand (Holanda).

### *Annelida*

Las perforaciones realizadas por este grupo se pueden diferenciar en dos tipos. Uno formado por *Polydora*, frecuente en la superficie de *Ostrea edulis* y un segundo tipo que se corresponde muy bien con el figurado por BOEKSCHOTEN (1967, figura 16), pero que dicho autor no identifica. También se ha podido observar la presencia de *Polydora* sobre cantos.

### *Mollusca*

La actividad perforante de este grupo está representada tanto por Bivalvos como por Gasterópodos; dentro de los primeros caben destacar las perforaciones de litófagos sobre cantos. La actividad de los Gasterópodos carnívoros está representada por perforaciones troncocónicas de Naticidae sobre *Gryphaeostrea* y perforaciones cilíndricas de Muricidae sobre *Ostrea* y *Terebratula*.

## CARACTERES AMBIENTALES

La sección estudiada corresponde básicamente a una serie transgresiva, en la que se puede observar, de manera general, una disminución del tamaño de grano a partir de la base de la sección, aunque esta disminución no es rigurosamente gradual, presentándose pequeñas variaciones. Así, el nivel AR-5 tiene un tamaño de grano más grueso que el AR-4 y AR-3, aunque a partir del nivel AR-5 la disminución del tamaño de grano se hace más gradual.

Como ya se ha indicado, una de las características faunísticas a resaltar es la gran abundancia de Briozoos que existen prácticamente en todos los niveles, con un predominio en AR-3 y AR-4, en donde representarían posiblemente una pradera formada conjuntamente con algas. En la acumulación de *Ostrea* (AR-7) se encuentran también otras formas, principalmente Pectínidos y Briozoos. Se han realizado diversos cálculos de la composición de la fauna tomando una superficie determinada. En el techo, sobre una superficie horizontal de 0,5 m., se han obtenido los si-

guientes resultados: Pectinidae, 54,8 por 100; Bryozoa, 27 por 100, y Ostreidae, 18,2 por 100. Si la relación se hace exclusivamente entre Pectinidae y Ostreidae, se obtiene un 75 por 100 y un 25 por 100 respectivamente. En sentido vertical, la composición de la fauna cambia radicalmente. Los Ostreidae representan el 75 por 100 y los Pectinidae el 25 por 100.

Los niveles superiores (AR-8 y AR-9) destacan por su mayor variedad faunística, con una fauna relativamente de poca profundidad, en la que dominan casi exclusivamente los organismos de la epifauna: Pectínidos, Ostreidos, Briozoos y Braquiópodos.

El estudio de los tipos de crecimiento en los Briozoos permite obtener una apreciable información sobre el medio en que se depositó el Miembro Azagador. Si bien los datos no son exhaustivos para todos los niveles, podemos avanzar algunos. En los niveles AR-3 y AR-4 prácticamente todos los Briozoos pertenecen al tipo vinculariforme y celleporiforme; ambos tipos se desarrollan en aguas tranquilas, sin oleaje y con ausencia de transportes importantes.

En AR-7 los Briozoos corresponden a dos tipos principales: membranoporiformes del tipo A (según la nomenclatura de LAGAAIJ & GAUTIER, 1965), con un valor de 65,5 por 100, y celleporiformes, con 34,5 por 100. Estos valores se refieren al conjunto de los Briozoos tomados separadamente del resto de fauna; si se tiene en conjunto el total de la fauna, las cifras son del orden de 9,3 por 100 y 17,7 por 100, respectivamente.

En los niveles AR-8 y AR-9 los Briozoos membranoporiformes están preferentemente sobre *Terebratula sinuosa*. De un total de 53 ejemplares de *T. sinuosa* en AR-8, el 22,6 por 100 presentan briozoos.

En el nivel AR-8, además de las formas membranoporiformes, celleporiformes y vinculariformes, se encuentran otras formas escasamente representadas: adeoniformes y retoporiformes.

En AR-9 el porcentaje de formas membranoporiformes es del 17 por 100 sobre un total de 81 ejemplares. En ningún caso se han encontrado Briozoos membranoporiformes sobre *Chlamys scabrella*.

En líneas generales, abundan las formas que se desarrollan sobre un sustrato duro, preferentemente orgánico (*Terebratula* y *Ostrea*).

De acuerdo con las relaciones entre la forma de crecimiento de los Briozoos y las características del medio que da SCHOPF (1969, tabla 1), el medio en definitiva correspondería a una zona con una profundidad alrededor de unos 30 m., con una tasa de sedimentación baja (como lo corroboraría la presencia de Braquiópodos cuyo interior carece de sedimento) y corrientes débiles. El nivel medio (AR-5) correspondería a una zona con

una tasa de sedimentación más elevada y transporte como lo atestiguan los datos litológicos y la carencia de las formas de Briozoos, que son abundantes en las capas inferiores y superiores.

Faunísticamente cabe señalar la ausencia de representantes de la infauna, así como de sedimentívoros.

### MICROFAUNA EN EL MIEMBRO ABAD

La microfauna del Miembro Abad es muy similar a la encontrada en los niveles inferiores de la Sección paralela de la Rambla de Arejos.

Destacan igualmente como formas más comunes en el nivel más inferior varios aglutinados como *Martinotiella communis*, *Clavulina rudis*, *Karreriella brady*, *Spiroplectamina carinata*, diversas formas de *Textularia* y *Dorothia*. En los niveles superiores se encuentra además *Bigenerina nodosaria*.

También se encuentran diversas formas de Nodosariidae, como *Lenticulina*, *Dentalina*, *Marginulina*, etc. Las especies representadas de dichos géneros corresponden a las mismas que en la sección de la Rambla.

Otros Foraminíferos bentónicos a destacar son: *Planulina ariminensis*, *Anomalinoidea flinti*, *A. helicina*, *Cassidulina crassa*, ? *Gyroidinoidea*, *Cibicides pseudoungerianus*, *Heterolepa praecincta*.

Se observa poca variación en cuanto a composición microfaunística en los niveles AR-10 y AR-11, no existiendo, por otra parte, ninguna forma que se presente con un marcado predominio sobre el resto.

Los Foraminíferos planctónicos son más significativos en los niveles más altos de la sección (AR-12, AR-13), destacando especialmente: *Orbulina universa*, *O. bilobata*, *Globigerinoides trilobus inmaturus*, *G. trilobus sacculifer*, *G. obliquus extremus*, *Globorotalia acostaensis* y *G. praehumerosa*.

Destaca también la presencia de *Globorotalia dali* y *G. cf. scitula*, aunque en porcentaje muy bajo.

*G. mediterranea*, también en poca proporción, se encuentra en los niveles más superiores, a partir de la muestra AR-12.

### CRONOESTRATIGRAFIA

Como ya se ha indicado en la introducción, Volk atribuye a la Formación Turre una edad miocénica. En el Mapa Geológico del I. G. M. E. (1975), Hoja N.º 1.031 (Sorbas), los depósitos equivalentes a la base de la

Formación Turre se colocan en el Andaluciense. DRONKERT & PAGNIER (1977) consideran también esta unidad y concretamente la base de la misma, el Miembro Azagador, como Messiniense.

Desde el punto de vista cronoestratigráfico, la macrofauna que hasta el presente se ha encontrado en el Miembro Azagador tiene una dispersión estratigráfica más amplia. La presencia de *Globorotalia mediterranea* en la parte inferior del Miembro Abad señalaría la base del Messiniense. No obstante, la ausencia de *G. mediterranea* en el Miembro Azagador puede atribuirse a condiciones ambientales. En consecuencia, y dado que el Miembro Azagador tiene un carácter transgresivo, unas veces sobre el basamento y otras veces sobre la Formación Chozas de edad Tortoniense, parece lógico considerar la base del Miembro Azagador como perteneciente al Messiniense, mientras no existan datos paleontológicos que permitan una datación propia de esta unidad.

#### ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE EL MIEMBRO AZAGADOR Y LA BASE DEL MIEMBRO ABAD EN LA CUENCA DE SORBAS-VERA

La Formación Turre se extiende por la mayor parte de la cuenca de Sorbas-Vera, como ya han señalado VOLK & RONDEEL (1964), VOLK (1967) y otros investigadores. Respecto al Miembro Azagador, VOLK ya ha señalado que no todas las secciones presentan las mismas características litológicas ni el mismo espesor; sin embargo, en su trabajo da una lista global de la macrofauna, sin que de esta manera se puedan conocer las variaciones que en su composición puedan existir.

En la Carretera de Sorbas a Níjar, entre los kilómetros 8 y 9, en el cruce de la Carretera con el Torrente, arriba y abajo de este punto, existe una buena sección del Miembro Azagador (figura 1, sección C). Una rápida inspección de esta sección permite señalar los siguientes puntos:

El Miembro Azagador descansa discordante sobre las arcillas de la Formación Chozas de edad Tortoniense.

Litológicamente el Miembro Azagador es mucho más calcáreo en su conjunto que en las secciones de Cortijada de Arejos y Rambla de Arejos.

La macrofauna es también abundante, pero existen variaciones en cuanto a su composición. Junto a *Chlamys scabrella* y *Spondylus crassica* aparecen entre otros *Pecten revolutus*, *P. incrasatus*, varias especies de Ostreidae y moldes internos de bivalvos. Muchas de estas formas

se encuentran con las dos valvas articuladas. Son frecuentes las señales de *Cliona*, *Spathipora*, etc., sobre los pectínidos; *Terebratulina sinuosa* y los Briozoos son poco frecuentes. Todo parece indicar la existencia de una facies diferente.

Por el contrario, el Miembro Abad, litológica y paleontológicamente, a menos en lo que respecta a los foraminíferos, presenta unas características más próximas a las secciones de la Rambla de Arejos (CIVIS, PORTA & MARTINELL, 1977). Quizá y localmente la macrofauna es más abundante. Señalamos la presencia en la base del miembro de *Terebratulina* sp., *Megerlia* cf. *truncata*, *Chlamys multistriata* (Linné), *Ch. varia* (Linné), *Pecten* sp., *Neopycnodonte navicularis* (Brocchi) y Briozoos membranoporiformes.

Está en proyecto elaborar un estudio comparativo de la base del Messiniense bajo un aspecto litológico y faunístico, entre las secciones en las que el Miembro Azagador es transgresivo sobre el basamento y aquellas secciones en las que descansa discordante sobre el Tortoniense.

#### BIBLIOGRAFIA

- BOEKSCHOTEN, G. J. (1966): *Shell borings of sessile epibiontic organisms as paleoecological guides (with examples from the Dutch Coast)*. Palaeogeography, Palaeoclimatol. Palaeoecol., 2 (4); 333-379; 16 fig.; 3 láms.; 5 tbl.; Amsterdam.
- 1967): *Palaeoecology of some Mollusca from the Tielrode Sands (Pliocene, Belgium)*. Palaeogeography, Palaeoclimatol. Palaeoecol., 3 (3); 311-362; 40 figs.; 14 tbl.; Amsterdam.
- BOURY, E. DE (1889): *Revision des Scalidae Miocènes et Pliocènes de l'Italie*. Bull. Soc. Mal. Ital., 14; 1-184; 4 láms.; Modena.
- BROCCHI, G. (1814): *Conchiologia fossile subapennina con osservazioni geologiche sugli Appennini e sul suolo adiacente*. Stamperia Reale, 1-2; 1-677; 16 láms.
- CAPROTTI, E. (1970): *Mesogastropoda dello Stratotipo Piacenziano (Castell'Arquato, Piacenza)*. Natura, Soc. It. Sc. Nat., 61 (2); 121-187; 7 láms.; Pavia.
- CARRIKER, R. M., & YOCHELSON, L. E. (1968): *Recent Gastropod boreholes and Ordovician cylindrical borings*. Geol. Surv. Prof. Paper, 593-B; 1-26; 2 figs.; 5 láms.; Washington.
- CIVIS, J.; PORTA, J. DE, & MARTINELL, J. (1978): *Microfauna del Mioceno terminal de la Rambla de Arejos (Almería)*. Studia Geologica.
- DEPERET, Ch., & ROMAN, F. (1902-1928): *Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines. Genre Pecten et Flabellipecten*. Mém. Soc. Géol. France, Mém. 26, 10 (1); 1-76; 33 figs.; 8 pls.; 13 (2); 77-104; 43 figs.; pls. 9-11; 18 (2); 105-168; 71 figs.; pls. 12-13; Paris.
- D'ONOFRIO, S., et al. (1975): *Planktonic foraminifera of the Upper Miocene from some Italian sections and the problem of the lower boundary of the Messinian*. Boll. Soc. Paleont. Ita., 14 (2); 177-196; 4 figs.; 5 pls.; Modena.
- DRONKERT, H., & PAGNIER, H. (1977): *Introduction to the Mio/Pliocene of the Sorbas*

- Basin*. Project N.º 96 Messinian Correlation. Field Trip Guidebook, Messinian Seminar N.º 3; 1-21; 7 figs.; Málaga.
- DOLLFUS, G. F., & DAUTZEMBERG, P. (1902): *Conchyliologie du Miocène moyen du Bassin de la Loire, Première Partie: Pélécy-podes*. Mém. Soc. Géol. France (27); 1-500; 31 figs.; 51 pls.; Paris.
- IACCARINO, S., et al. (1975): *Litostratigrafia e biostratigrafia di alcune serie neogene della provincia di Almería (Andalusia orientale-Spagna)*. L'Ateneo Parmense-Acta Naturalia, 11 (2); 237-313; 16 figs.; 4 láms.; Parma.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1975): *Mapa Geológico de España, escala 1 : 50.000. Hoja 1.031 (Sorbas)*, 46 pp; 5 figs.; Madrid.
- LABRANCHERIE, M. (1970): *Les Bryozoaires dans l'Eocène Nord-Aquitain. Signification biostratigraphique et palaeoécologique*. (Thèse de Doctorat), 304 pp.; 36 láms.; Bordeaux.
- LABRANCHERIE, M., & PRUD'HOMME, J. (1966): *Essai d'interprétation de Paleomilieux grâce à la méthode de distribution des formes zoariales chez les Bryozoaires*. Bull. Soc. Géol. France (7), 8 (1); 102-106; 1 tabl.; Paris.
- LAGAAILJ, R., & GAUTIER, Y. V. (1965): *Bryozoan assemblages from marine sediments of the Rhône delta, France*. Micropaleontology, 11 (1); 39-58; 34 figs.; New York.
- MARASTI, R. (1873): *La fauna tortoniana del T. Stirone (limite Parmense-Piacentino)*. Boll. Soc. Paleont. It., 12 (1); 76-120; 1 fig.; lám. 20-28; 2 tabl.; Modena.
- PORTA, J. DE; MARTINELL, J., & CIVIS, J. (1977): *La fauna del Mioceno terminal en los alrededores de Cortijada de Arejos (Almería)*. Project N.º 96 Messinian Correlation. Abstracts of the Papers Messinian Seminar N.º 3; 105-107; Málaga.
- RAFFI, S. (1970): *I Pettimidi del Pliocene e Calabriano dell'Emilia Occidentale (Piacentino e Parmense)*. Boll. Soc. Paleont. Ita., 9 (2); 97-135; tav. 25-35; Modena.
- REGUANT, S. (1961): *Los Briozoos del Neógeno Español*. Not. Comm. Inst. Geol. Min. España, 62; 215-244; 12 figs.; Madrid.
- ROBBA, E., & OSTINELLI, F. (1975): *Studi paleoecologici sul Pliocene ligure. I Testimonianze di predazione sui Molluschi pliocenici di Albenga*. Riv. Ital. Paleont., 81 (3); 309-372; tav. 41-48; Milano.
- (1976): *Studi paleoecologici sul Pliocene ligure. II Le tracce degli organismi epibionti sui Molluschi pliocenici di Albenga*. Riv. Ital. Paleont., 82 (3); 501-578; tav. 66-76; Milano.
- ROGER, J. (1939): *Le genre Chlamys dans les formations néogènes de l'Europe*. Mém. Soc. Géol. France, 17 (40); 294 pp.; 108 figs.; 28 pls.; Paris.
- ROGER, J., & FATTON, E. (1968): *Les organismes perforants*. Trav. Lab. Paléont. Orsay, 13-53; 2 lám.; Orsay.
- ROSSI-RONCHETTI, C. (1955): *I tipi della «Conchiologia fossile subappennina» di G. Brocchi*. Riv. Ital. Paleont., Mem. 5; 343 pp.; 185 fig.; Milano.
- SCHOPF, T. J. M. (1969): *Paleoecology of ectoprocts (bryozoans)*. J. Paleontol., 34 (2); 239-244; 5 figs.; 1 tabl.; Tulsa.
- VOLK, H. R. (1967): *Zur Geologie und Stratigraphie des Neogenbeckens von Vera, Südost-Spanien*. Geol. Inst., Mededeeling N.º 339; 160 pp.; 2 figs.; 8 Abb.; Amsterdam.
- VOLK, H. R., & RONDEEL, H. E. (1964): *Zur Gliederung des Jungtertiärs im Becken von Vera, Südostspanien*. Geol. en Mijnb.; 43 (7); 310-315; Amsterdam.