

ESTUDIO DE LOS FORAMINIFEROS PLANCTONICOS, BIOESTRATIGRAFIA Y CRONOESTRATIGRAFIA DEL MIO-PLIOCENO DEL BORDE OCCIDENTAL DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (S.O. DE ESPAÑA) **

F. J. SIERRO *

RESUMEN.— En el presente trabajo se describen las asociaciones de Foraminíferos planctónicos observadas en varias secciones levantadas en el borde occidental de la cuenca del Guadalquivir, proponiéndose una escala bioestratigráfica en la que se definen cuatro biozonas: Biozona de *Turborotalia humerosa*, Biozona de *Globorotalia miotumida*, Biozona de *Globorotalia margaritae* s.s. y Biozona de *Globorotalia puncticulata*. Estas 4 biozonas comprenden un intervalo desde el Tortoniense superior hasta el Plioceno inferior.

Se establece además una correlación con otras áreas, tanto del dominio Atlántico como Mediterráneo y se analizan las implicaciones paleoclimáticas.

SUMMARY: In the present work a description is made of the planktonic Foraminifera assemblages observed in the sections studied on the West edge of the Guadalquivir basin. A biostratigraphic scale is proposed in which four biozones are defined: the *Turborotalia humerosa* Biozone, the *Globorotalia miotumida* Biozone, the *Globorotalia margaritae* Biozone and the *Globorotalia puncticulata* Biozone. These range from the Upper Tortonian to the Lower Pliocene.

A correlation is established with other areas both of the Atlantic and Mediterranean domains and the paleoclimatic implications are discussed.

Palabras clave: Foraminíferos, planctónicos, Bioestratigrafía, paleoecología, Neógeno, Cuenca del Guadalquivir, Atlántico.

Key words: Planktonic, Foraminifera, Biostratigraphy, Paleocology, Neogen, Guadalquivir basin, Atlantic.

* Departamento de Paleontología. Universidad de Salamanca.

** Este trabajo se ha beneficiado de las Ayudas concedidas por el M.E.C. para la Formación de personal investigador.

1. INTRODUCCION

El estudio del Neógeno de la Depresión del Guadalquivir ha sido abordado por numerosos autores, tanto desde el punto de vista estratigráfico como micropaleontológico. Estos estudios son especialmente abundantes en la provincia de Sevilla (área de Carmona), a raíz de la proposición del nuevo estratotipo Andaluciense para el Mioceno Superior, hecha por PERCONIG en 1966, estratotipo que pretendía sustituir al Messiniense italiano.

Los estudios micropaleontológicos llevados a cabo en este área han sido muy abundantes desde entonces; estudios que salían en defensa de uno u otro estratotipo, y que, en definitiva, han servido para establecer una correlación, en base a la microfauna, con otras áreas del Atlántico o del Mediterráneo.

La Depresión del Guadalquivir en el S. de España y la Cuenca Sur-Rifeña en el Norte de Marruecos han sido reconocidas, desde antiguo, como los posibles corredores que comunicaron los dominios Atlántico y Mediterráneo durante el Mioceno superior.

En los países de la zona Mediterránea, por su larga tradición histórica en el estudio de la Geología, es donde se encuentran la mayoría de las secciones tipo del Neógeno, por lo que alcanza una importancia de primer orden en las correlaciones mundiales, si bien en los últimos años, algunos investigadores han cuestionado la validez de dichos estratotipos, señalando el carácter discontinuo de la mayoría de las series y la escasez en el contenido micropaleontológico (la mayoría fueron definidas en base a la macrofauna).

Al final del Mioceno tiene lugar en el Mediterráneo una serie de acontecimientos tanto geológicos como paleontológicos, que han sido objeto de numerosos trabajos y proyectos de investigación hasta la actualidad. En el campo de la Micropaleontología, varios autores han puesto de manifiesto cambios microfau-nísticos importantes durante este período. En este sentido, nos planteamos la siguiente pregunta: ¿dichos cambios son exclusivos del dominio Mediterráneo o, por el contrario, reflejan lo que sucedía en el Atlántico?.

La región estudiada, que comprende el Neógeno superior de la provincia de Huelva y parte de Sevilla, constituye una zona idónea, dada su proximidad al Atlántico, para conocer esta sucesión de acontecimientos y para establecer las correlaciones entre ambos dominios.

2. SINTESIS GEOLOGICA DE LA REGION ESTUDIADA

La sedimentación neógena en la región constituye un ciclo completo que comienza con niveles detríticos, transgresivos sobre el zócalo de la Meseta que he-

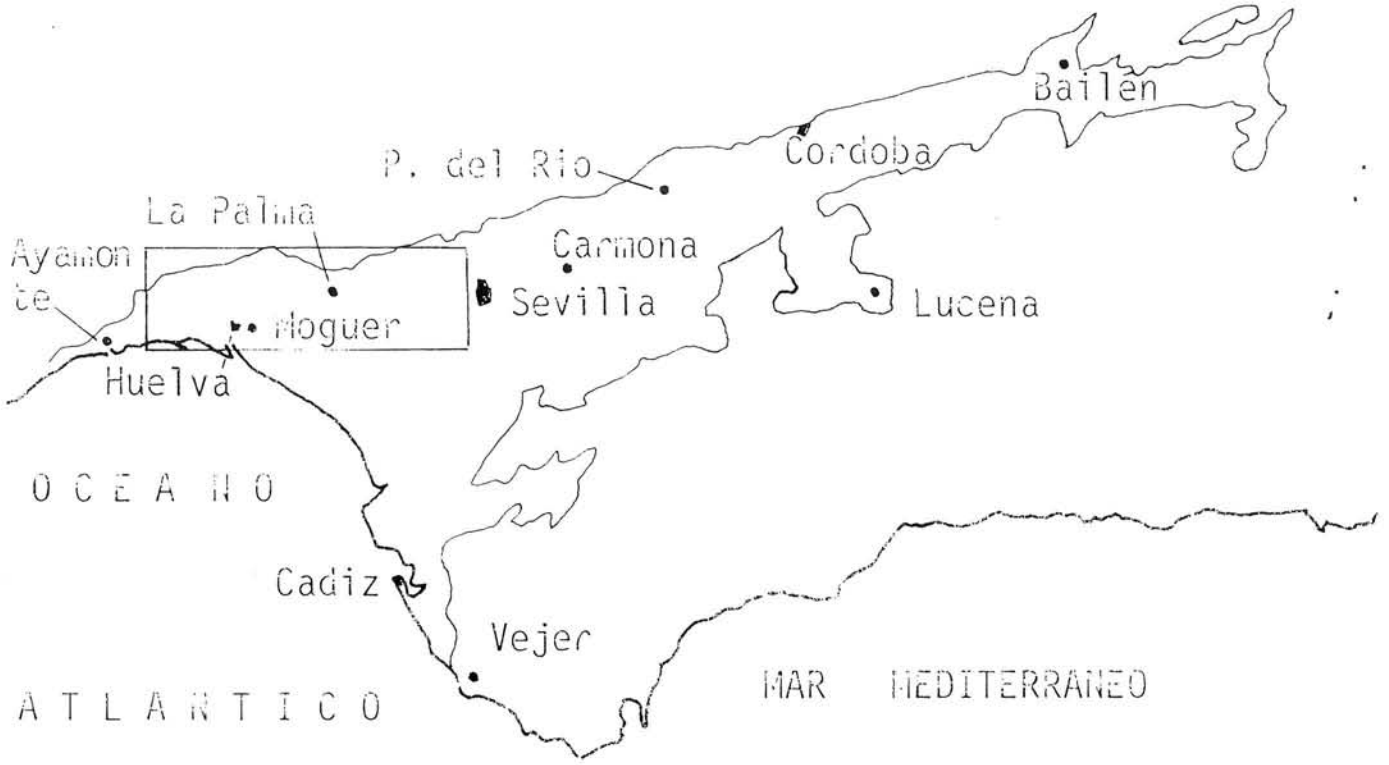


Figura 1. Localización del área estudiada.

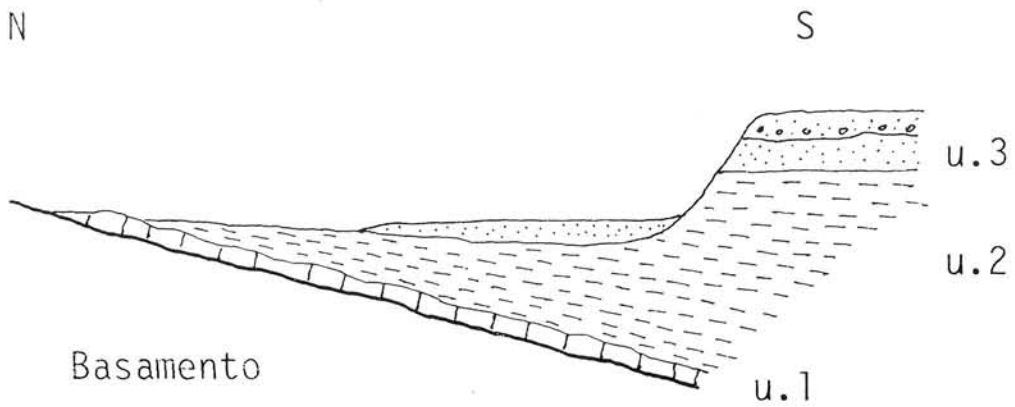


Figura 3. Disposición de las diferentes unidades en la cuenca.

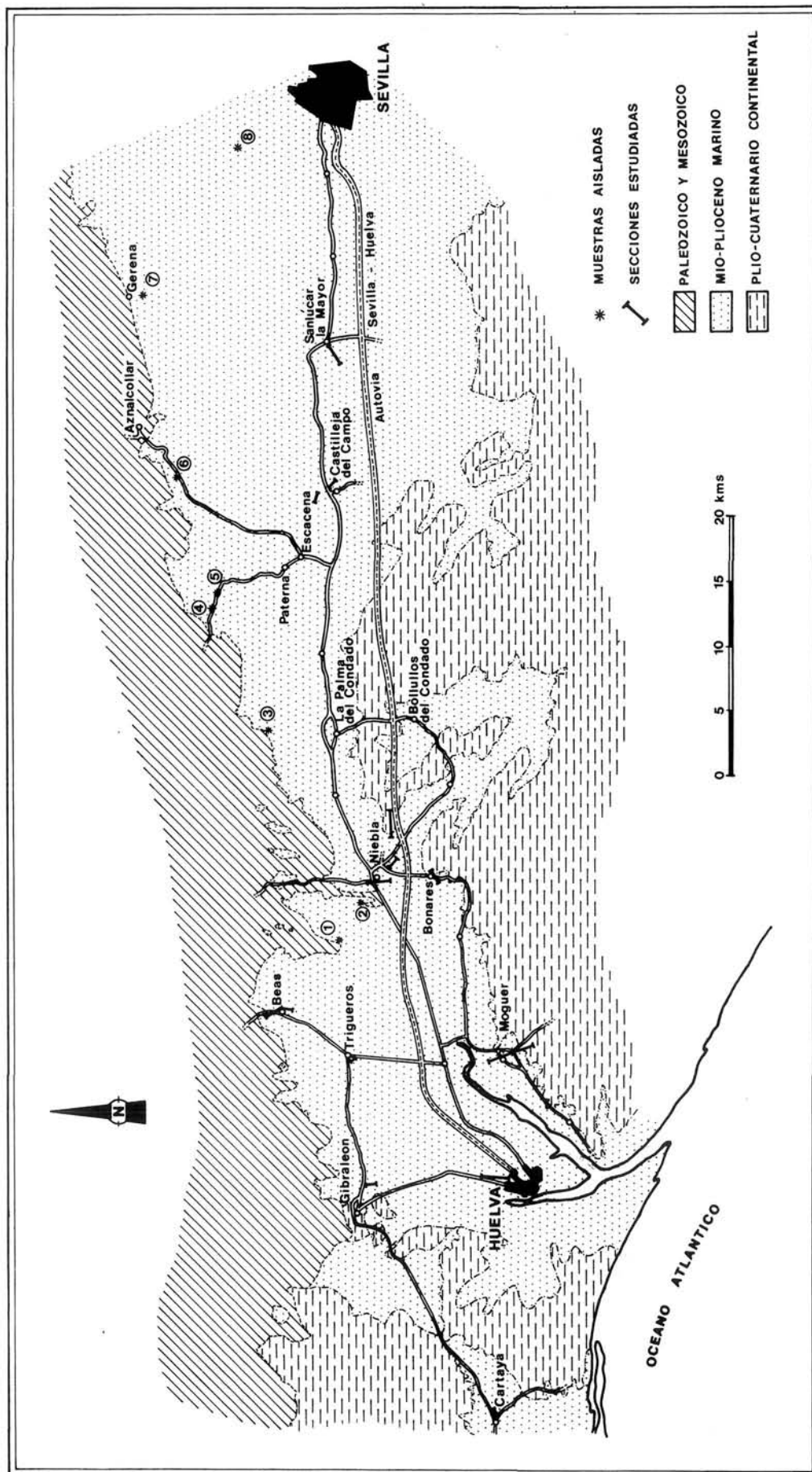


Figura 2. Localización de las secciones estudiadas.

mos descrito como unidad 1. La unidad 2 está constituida por potentes series arcillosas, que afloran en gran parte de la cuenca. Termina la sedimentación marina con una fase regresiva formada por arenas de grano fino que hemos denominado unidad 3.

La unidad 1 está constituida por un conglomerado de base, de aproximadamente 1 m. de potencia, directamente en contacto con el basamento y formado por grandes bloques de hasta 1 m. de diámetro. Sobre este conglomerado se apoyan depósitos calcareníticos de color amarillento con abundante fauna de Pectínidos, Ostreidos, Equinodermos y flora de Algas. Termina la unidad 1 con una capa de arenas muy glauconíticas de 2 a 4 mts. de potencia, que puede ser utilizada como nivel guía en la región. La unidad 1 aflora únicamente en el borde norte de la cuenca puesto que hacia el S. se hunde rápidamente por debajo de la unidad 2.

La unidad 2 presenta una litología muy monótona, constituida por arcillas que difieren únicamente en el color o en el mayor o menor contenido en limo. Aumenta fuertemente de potencia hacia el sur, de tal modo que en pocos kms. se alcanzan más de 1.000 mts. de espesor según sondeos realizados para la prospección de hidrocarburos. En superficie aflora formando extensas llanuras en las que son muy escasos los buenos afloramientos, encontrándose en algunas áreas recubrimientos cuaternarios del río Tinto y sus afluentes. Por este motivo se han estudiado secciones parciales que podemos agrupar en dos grandes bloques; las que se localizan en el sector norte de la cuenca, donde se recoge la parte inferior de la unidad 2 y las localizadas en el sector sur donde se recoge la parte superior de dicha unidad y la unidad 3. El paso de la unidad 2 a la unidad 3 viene marcado en gran parte de la región por una capa de limos o arenas glauconíticas, similar a la encontrada entre la unidad 1 y la unidad 2. La unidad 3 está constituida por arenas de grano fino, limosas, de color amarillento, con abundantes niveles de macrofauna. Esta unidad varía de potencia entre 10 y 40 mts.

Por encima de la unidad 3 aparecen depósitos de carácter continental, si bien en algunos puntos se observan niveles marinos intercalados entre ellos.

3. ESTUDIO DE LAS DIFERENTES SECCIONES

En este capítulo iremos describiendo cada una de las secciones estudiadas, señalando las asociaciones que presentan en relación con los Foraminíferos planctónicos y los cambios más importantes en estas asociaciones. Cada sección va acompañada de un diagrama en el que se expresa la abundancia relativa de las diferentes especies a través de la columna. Al mismo tiempo se aportan algunos datos

en cuanto al contenido en carbonato, contenido en limo mas arcilla, abundancia en n.º de individuos, variaciones en el sentido de enrollamiento del grupo de *T. acostaensis*, etc.

Es importante señalar que todos los diagramas de abundancia relativa, si no se expresa lo contrario, han sido calculados, teniendo en cuenta la fracción de 149-500 micras.

La localización de las diferentes secciones aparece en la Fig. 2.

3.1. Sección de Gibraleón

Esta sección se ha levantado en una cantera de arcillas situada en la carretera local de Trigueros a Gibraleón, aproximadamente a 0.5 Kms. de esta última localidad.

En dicha sección, aunque en la actualidad no afloran los niveles basales calcareníticos, éstos aparecieron inmediatamente debajo de las arcillas durante las operaciones de explotación de la cantera. En este sector el tramo calcarenítico es bastante arenoso, y puede observarse en superficie a pocos metros de aquí hacia el norte.

En la cantera se encuentran representados unos 17 mts. de serie que comienza con un nivel de arenas muy glauconíticas, que alcanza un metro de potencia, y cuya base no es visible. Estas arenas están muy poco cementadas, presentan un contenido en limo + arcilla que no pasa del 35% y una baja proporción en carbonato (3%). En la fracción arena, los granos de glauconita suponen un porcentaje alto, aunque los terrígenos predominan siempre sobre estos, al menos en la fracción de 62-149 micras.

El contacto entre el nivel de arenas glauconíticas y las arcillas superiores queda oculto bajo unos derrubios.

El tramo arcilloso muestreado en esta sección alcanza unos 15 mts., presentando en toda su potencia una litología tan monótona, que resulta difícil encontrar superficies de estratificación. En todo el paquete hemos diferenciado únicamente 3 pequeños niveles intercalados de unos 20 cms. de espesor, que se diferencian porque presentan una tonalidad ligeramente más oscura que el resto, si bien la litología es muy similar. Hacia el techo aparece también un nivel de unos 30 cms. con un mayor porcentaje de arenas y rico en glauconita, en el que se pueden diferenciar huellas de bioturbación.

Estas arcillas son de color gris amarillento y presentan una proporción de carbonato que varía entre el 10 y el 30%, mientras que el porcentaje de arena oscila alrededor del 5%, excepto en el nivel GB.13, donde se alcanza un 25%.

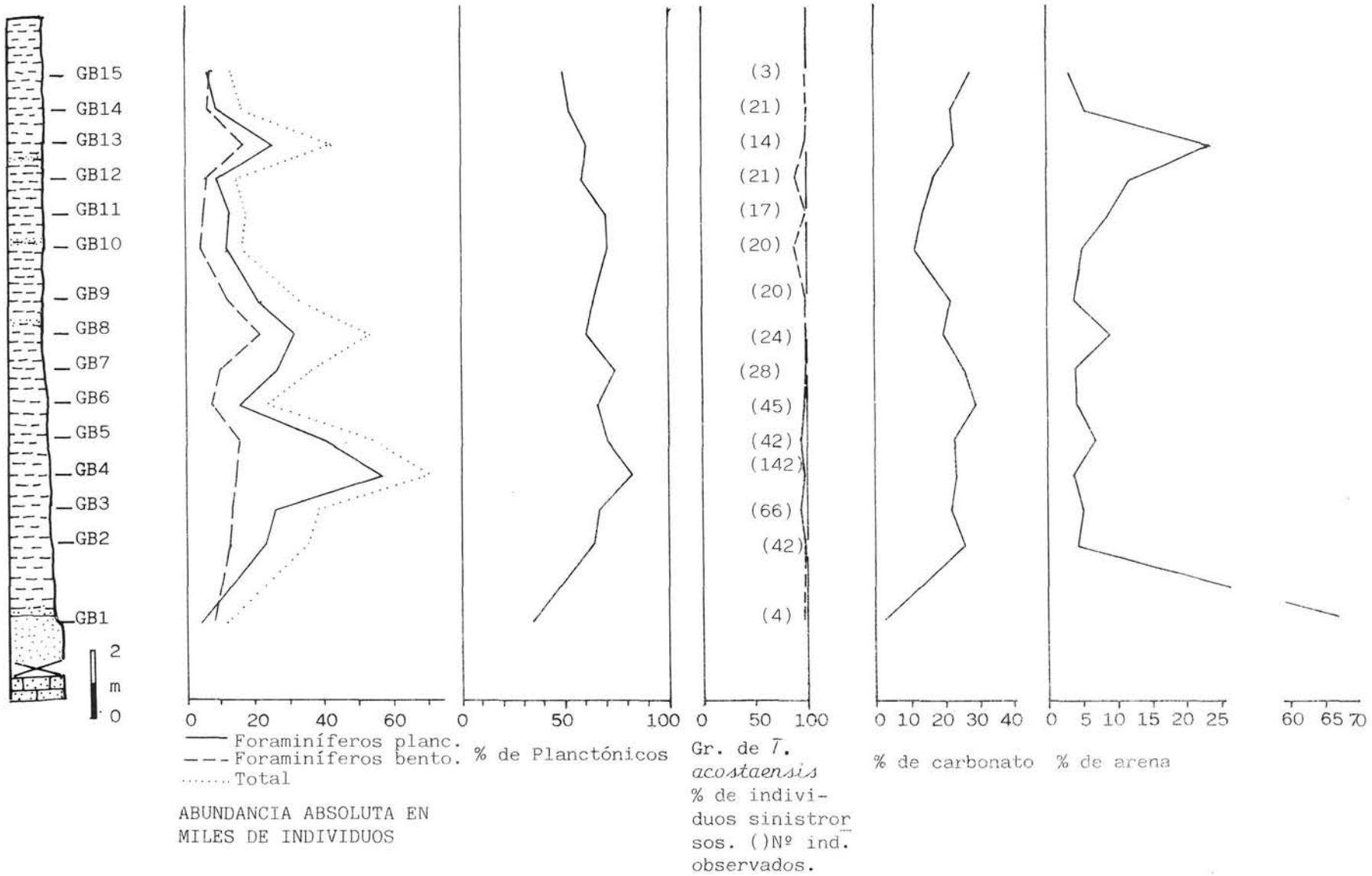


Figura 4. Sección de Gibraltar.

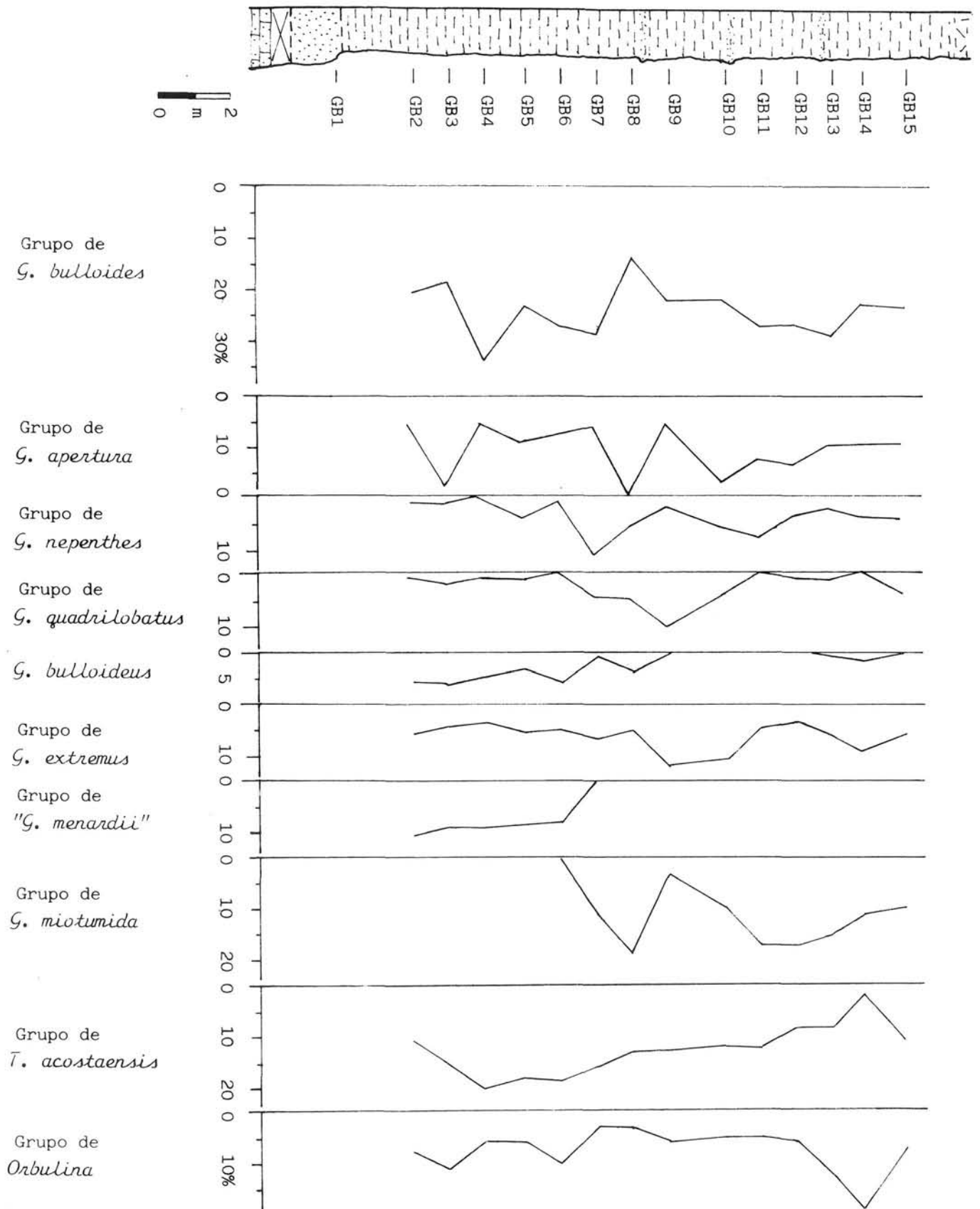


Figura 5. Sección de Gibralfaro. Abundancia relativa de las diferentes especies de Foraminíferos planctónicos.

Comentario sobre la microfauna

Si observamos la Fig. 4 se aprecia la buena correlación existente entre el número de individuos de Foraminíferos planctónicos y el de bentónicos, que se manifiesta por el gran paralelismo de ambas curvas. Si prescindimos de la muestra de arenas glauconíticas, se observa una tendencia a la disminución en el número de individuos hacia el techo, más acusada en los Foraminíferos planctónicos que en los bentónicos.

Se observa también cierta correlación, si prescindimos de nuevo del nivel GB.1, entre la abundancia, tanto de Foraminíferos planctónicos como de bentónicos y la proporción de arena en las diferentes muestras, lo cual es explicable puesto que una gran parte de los granos que constituyen la fracción arena corresponden a restos orgánicos. En las arenas glauconíticas, sin embargo, la correlación es anómala, puesto que, en ella, los terrígenos y los granos de glauconita son muy abundantes, mientras que la fracción orgánica es escasa.

El porcentaje de Foraminíferos planctónicos en el nivel basal de arenas glauconíticas (35%) resulta bastante alto, si se compara con el obtenido en los niveles similares del techo de la unidad 2, donde no se supera el 1 ó 2%, lo que parece indicarnos que los niveles inferiores se depositaron a una mayor profundidad que los superiores.

En las arenas glauconíticas, la escasez en Foraminíferos planctónicos no nos ha permitido llevar a cabo análisis cuantitativos, si bien la asociación encontrada es similar a la que aparece en los niveles superiores. Podemos resaltar por su importancia bioestratigráfica la presencia de *Globigerinoides extremus* y *Turborotalia humerosa* desde la base de la columna.

En el tramo arcilloso, que presenta como acabamos de ver una monotonía litológica muy acusada, se observan cambios microfaunísticos muy marcados, especialmente entre los niveles GB.6 y GB.7. Este cambio se pone de manifiesto por la desaparición masiva de los representantes del grupo de "*Globorotalia menardii*" y una rápida sustitución por el grupo de *G. miotumida* (Fig. 5). El grupo de "*Globorotalia menardii*", tal y como ha sido entendido en este trabajo, incluye a *G. merotumida*, *G. plesiotumida* y *G. cultrata* s.l., especies todas ellas características de la zona tropical y subtropical. Concretamente la última de ellas se encuentra en la actualidad únicamente en la zona tropical.

Estas tres especies que son relativamente abundantes en los niveles inferiores, alcanzando en conjunto porcentajes superiores al 10%, desaparecen totalmente en la muestra GB.7, donde aparece súbitamente *G. miotumida*, especie que no se encuentra en los niveles inferiores y que, sin embargo, es una de las especies más abundantes a partir de esta muestra, alcanzando hasta un 20% del total.

Acompañando a este cambio específico en el grupo de las Globorotalias carenadas se produce un cambio en el sentido de enrollamiento, puesto que si el primer grupo es preferentemente dextrorso el segundo lo es sinistrorso.

Esta misma sustitución se ha encontrado en otras áreas tanto del Atlántico como del Mediterráneo, como veremos más adelante en otro capítulo, por lo que dicho reemplazamiento se ha utilizado en este trabajo para definir un horizonte bioestratigráfico, horizonte que, por otra parte, presenta también cambios importantes en la asociación de Nanoplancton calcáreo (FLORES, comunicación personal). Sin embargo no se observa ningún cambio litológico significativo ni en el contenido en carbonato, ni en la proporción de arena (Fig. 4).

Del mismo modo que ocurre con las Globorotalias carenadas podíamos esperar fuertes variaciones en el resto de los grupos, sin embargo estas no son tan manifiestas. Veamos, no obstante, algunos cambios que pueden ser significativos.

El grupo de *Globorotalia scitula*, dominado en los niveles inferiores por *Globorotalia ventriosa*, hacia arriba lo es casi completamente por *G. scitula*. En el área estudiada, este grupo presenta algunas variaciones, cuyo estudio puede ser interesante. Nos referimos concretamente a cambios en cuanto al dominio de una u otra especie dentro del grupo, puesto que si en las secciones de Beas y Gibraltor *G. scitula* y *G. ventriosa* son las especies predominantes, no ocurre lo mismo en Paterna (muestra PT-BR.2) donde *Globorotalia suterae* domina totalmente la asociación. Al mismo tiempo existen cambios en el sentido de enrollamiento que hasta el momento no hemos podido poner de manifiesto debido a la escasez del grupo. No obstante *G. suterae* presenta siempre un enrollamiento sinistrorso.

Globigerinoides bulloideus parece sufrir también una importante reducción a partir del nivel GB.7, aunque continúa estando presente en los niveles superiores.

El grupo de *Globigerina apertura* está constituido casi exclusivamente por esta especie en el tramo inferior, sin embargo a partir de la muestra GB.7 *G. decoraperta* y *G. druryi* alcanzan valores representativos.

El grupo de *Globigerinoides quadrilobatus* en líneas generales está pobremente representado, excepto en la muestra GB.9 donde supone un 10% del total.

En el grupo de *Globigerinoides extremus* esta especie es la más significativa, junto con *Globigerinoides obliquus* que es siempre menos abundante. No obstante los ejemplares de *G. extremus* presentan las cámaras poco comprimidas, si se los compara con los encontrados en niveles superiores, por lo que podemos señalar que el grupo está dominado por las formas intermedias entre una y otra especie. *Globigerinoides elongatus* aparece con ejemplares típicos desde la muestra GB.2 y *Globigerinoides conglobatus* lo hace muy esporádicamente hacia el techo de la sección.

Dentro del género *Globigerinoides* queremos destacar también la presencia de *G. seigliei*, especie muy característica en todas estas secciones basales de la unidad 2.

En cuanto a las Globorotalias carenadas podemos citar la presencia, aunque muy esporádica, de *Globorotalia* cf. *margaritae*, con ejemplares intermedios entre *G. scitula* y *G. margaritae* s.s., que difieren de las formas típicas por la ausencia de carena y por presentar un enrollamiento preferentemente dextrorso.

Otra especie que aparece también muy esporádicamente es *G. conomiozea*, que se encuentra ya en los niveles GB.2 y GB.3. En la sección de Gibralfaró los ejemplares típicos de *G. conomiozea* son raros, sin embargo son relativamente abundantes los ejemplares intermedios entre esta especie y *G. miotumida* a partir del nivel GB.7.

El grupo de *Turborotalia acostaensis* está muy bien representado por esta especie y en menor proporción por *Turborotalia humerosa* y *Turborotalia incompta*. Los ejemplares de *T. humerosa* pueden ser incluidos perfectamente en el morfotipo *praehumerosa*. En toda la sección el sentido de enrollamiento del grupo se mantiene sinistrorso con porcentajes que se aproximan al 100% (ver Fig. 4).

El último grupo que merece ser destacado por su abundancia es el constituido por el género *Orbulina*, especialmente *Orbulina universa*, que se mantiene en la mayoría de las muestras con valores que varían entre el 5 y el 10%.

Todos estos resultados han sido obtenidos considerando sólo la fracción de 149-500 micras; en la muestra GB.2 se analizó el contenido microfaunístico de la fracción 62-149 micras, encontrándose una clara dominancia de 2 especies, *Turborotalita quinqueloba* que alcanza el 29% del total y *Globigerinita naparimaensis* con el 26%, representada por el morfotipo *juvenilis*, morfotipo *glutinata* y morfotipo *incrusta*. Otra especie que aparece también en esta fracción y no aparece nunca en las fracciones superiores es *Globigerinita uvula*, considerada por algunos autores como sinónima de *G. glutinata*.

Se encontró también, dentro de la fracción pequeña, *Turborotalita multiloba*, especie que ha sido considerada como característica del Messiniense superior en el dominio Mediterráneo.

Por último quisiera señalar que, aunque no se aporten datos sobre otras muestras de esta sección, en todas ellas se observa que *T. quinqueloba*, en primer lugar y *G. naparimaensis* en segundo, son siempre muy abundantes en la fracción fina. Por otra parte consideramos que puede ser muy interesante estudiar las proporciones que presentan una y otra especie para poner de manifiesto posibles cambios ambientales o climáticos.

3.2. Sección de Beas

Esta sección ha sido levantada en la misma localidad de Beas, que constituye el extremo septentrional de los afloramientos neógenos en este área, de tal modo que al norte de la misma, sólo encontramos afloramientos paleozoicos o Pliocuaternarios de carácter continental que se apoyan directamente sobre los anteriores.

La base de la transgresión neógena en este punto es muy similar a la de Gibraleón. En contacto con el Paleozoico aparecen unos niveles calcareníticos de muy poco espesor. Buenos afloramientos de este tramo, en los que se tomó la muestra BE.c, pueden encontrarse al oeste del pueblo en un pequeño arroyo que discurre paralelo al camino de la estación. En este camino aparecen los primeros metros de la serie neógena, representados por la calcarenita sobre la que se apoyan unas arenas muy glauconíticas con las que termina el tramo basal y comienzan los depósitos arcillosos característicos de la unidad 2, representados en este punto por los 2 ó 3 mts. basales.

La segunda parte de la sección se levantó al otro lado del pueblo, al E. del mismo. En dicha zona, aprovechando las excavaciones realizadas para la construcción del campo de fútbol, se pudo observar de nuevo la presencia del nivel de arenas glauconíticas, en el que se tomó la muestra BE-g. y el contacto entre dicho nivel y las arcillas superiores. Este contacto es neto, si bien los primeros 20 cms. de arcillas presentan todavía una pequeña proporción de granos de glauconita. El tramo arcilloso fue muestreado a pocos mts. de aquí, en una cantera de arcillas situada en la entrada sur del pueblo, próxima a la carretera de Trigueros a Beas.

En dicha cantera se pueden medir unos 7 mts. de arcillas que constituyen la parte basal de la unidad 2. Los niveles inferiores de la cantera presentan todavía glauconita por lo que suponemos que son equivalentes a los encontrados inmediatamente encima de la capa de arenas glauconíticas en el campo de fútbol.

La proporción de carbonato que es de un 40% en la calcarenita, disminuye drásticamente en las arenas glauconíticas. Esta disminución en el nivel de carbonato parece peculiar de estos niveles en la región estudiada. Recordemos que la misma capa en la sección de Gibraleón no superaba el 3%, correspondiendo probablemente dicha cantidad a los restos esqueléticos de microfósiles encontrados allí (Foraminíferos, nanoplancton, etc.) y ausentes, sin embargo, en la sección de Beas.

Las arcillas son similares a las de Gibraleón. La proporción de carbonato se mantiene entre el 25 y 30% y la fracción arena es muy pequeña, con valores que oscilan entre el 3 y el 6%, excepto en la muestra Be-1 donde se alcanza el 20%.

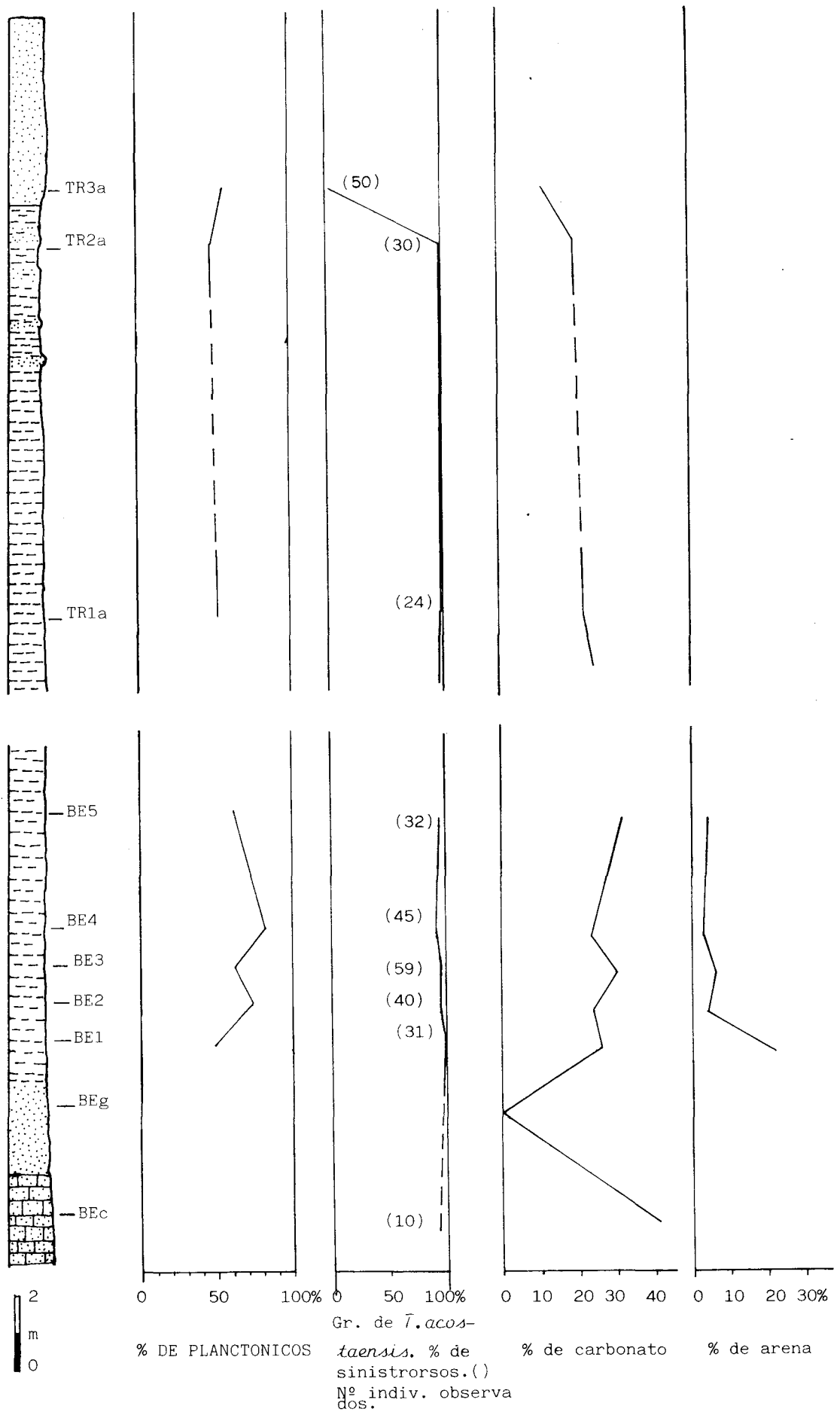


Figura 6. Sección de Beas-Trigueros.

Comentario sobre la microfauna

En el paquete arcilloso los Foraminíferos planctónicos predominan sobre los bentónicos, variando esta relación entre el 60 y el 80%, excepto en el nivel inferior donde ambos grupos aparecen igualmente representados (Fig. 6). En este sentido parece existir una relación inversa entre el porcentaje de Foraminíferos planctónicos y el contenido en arena de los diferentes niveles.

La asociación de Foraminíferos planctónicos en líneas generales es similar a la de Gibrleón, encontrándose también aquí el mismo cambio en relación con las Globorotalias carenadas, es decir sustitución del grupo de "*G. menardii*" por el de *G. miotumida*. En esta sección, no obstante, la sustitución se produce gradualmente entre los niveles BE-3 y BE-5, de tal forma que en la muestra BE-3 coexisten ambos grupos, siendo el primero más abundante, mientras que en la muestra Be-4 es *G. miotumida* quien predomina y en el techo de la sección (muestra BE-5) el grupo de "*G. menardii*" desaparece totalmente, mientras que *G. miotumida* es muy abundante. Del mismo modo que en Gibrleón, también aquí se ponen de manifiesto cambios importantes en la asociación de Nanoplancton calcáreo (FLORES, comunicación personal).

En la sección de Beas el grupo de *G. bulloides* y el de *T. acostaensis* en general son los más abundantes; el primero representado por *G. bulloides* y en menor proporción por *G. falconensis* y el segundo constituido principalmente por *T. acostaensis*. *T. humerosa*, no obstante, está presente desde el nivel BE-1. Los componentes de este grupo presentan un enrollamiento sinistrorso a través de toda la sección.

El grupo de *G. apertura*, en particular esta especie y *Globigerina druryi*, aparece también con porcentajes altos.

El género *Globigerinoides* está pobremente representado, tanto las especies del grupo de *G. quadrilobatus*, muy esporádicas, como las del grupo de *G. extremus* algo más abundantes, pero que raramente pasan del 5%. *G. elongatus*, especie citada a partir del Messiniense superior en el dominio Mediterráneo se encuentra desde la base de la sección.

Globigerinoides seigliei es rara, *G. bulloideus*, sin embargo, es más frecuente, aunque menos que en la sección de Gibrleón.

Otras especies que merecen ser destacadas son *G. conomiozea* que se encuentra a partir del nivel BE-3, coincidiendo con el comienzo en la sustitución de las Globorotalias carenadas. *Globorotalia* cf. *margaritae* es muy rara en la muestra BE-5.

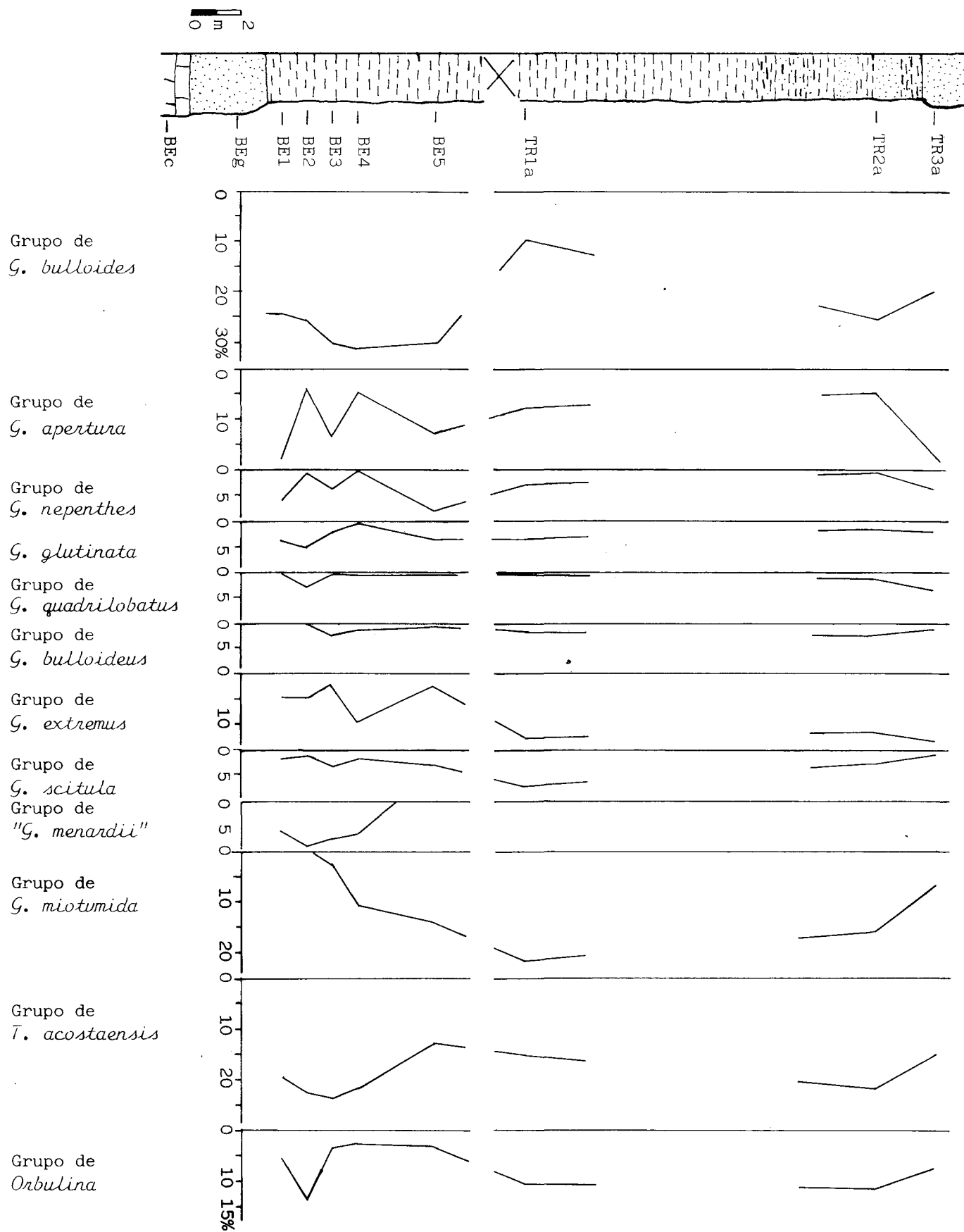


Figura 7. Sección de Beas-Trigueros. Abundancia relativa de las diferentes especies de Foraminíferos planctónicos.

3.3. Sección de cartaya

Esta sección se obtuvo en la carretera local de esta localidad a El Rompido, en una cantera de arcillas abierta en las proximidades del pueblo en el lado izquierdo de la carretera.

Según datos de VIGUIER (1974) la base de esta cantera podría estar situada aproximadamente a unos 50 o 60 mts. del zócalo.

En dicha sección se pueden observar en la base unos niveles de limos arenosos de color azul oscuro que superan ligeramente el metro de potencia y que pasan gradualmente a un tramo de arcillas también de color azul oscuro y ligeramente limosas. Este tramo presenta unos 3 mts. de espesor y sobre él se apoya un paquete de arcillas compactas de color amarillento muy similares a las encontradas en las secciones descritas hasta el momento. Estos niveles alcanzan en dicha cantera unos 5 mts. de potencia. El último tramo, de unos 5 mts. de espesor, está constituido de nuevo por unos limos arenosos de color amarillento que se apoyan mediante contacto neto sobre las arcillas inferiores.

Aunque no aparece en esta cantera, encima del último tramo descrito, se apoya un paquete de arenas de color amarillento con muy abundantes concreciones, que puede observarse en las trincheras levantadas a ambos lados de la carretera ya mencionada a poca distancia de aquí. Un corte estratigráfico detallado en esta dirección puede encontrarse en VIGUIER (1974).

El porcentaje en carbonato en tres muestras estudiadas es muy bajo y oscila alrededor del 5%, aunque aumenta ligeramente desde el nivel CT-1 al nivel CT-3.

Comentario sobre la microfauna

La relación Foraminíferos planctónicos/Foraminíferos bentónicos aumenta de forma considerable desde el nivel inferior donde no se alcanza más que el 5% hasta el nivel de arcillas amarillentas donde se supera el 46%.

En la muestra CT.1 el contenido en Foraminíferos planctónicos es tan escaso que no hemos podido aportar datos cuantitativos.

La asociación encontrada se caracteriza por la presencia en los tres niveles estudiados del grupo de "*G. menardii*". No obstante las proporciones con que aparecen son más bajas que las encontradas en otras secciones equivalentes. Presentan como siempre un enrollamiento dextrorso.

El grupo de *T. acostaensis* presenta un enrollamiento sinistrorso, aunque en la muestra inferior este aspecto no ha podido ser comprobado puesto que se encontró un solo ejemplar. *T. humerosa* es especialmente significativa en relación con otras áreas.

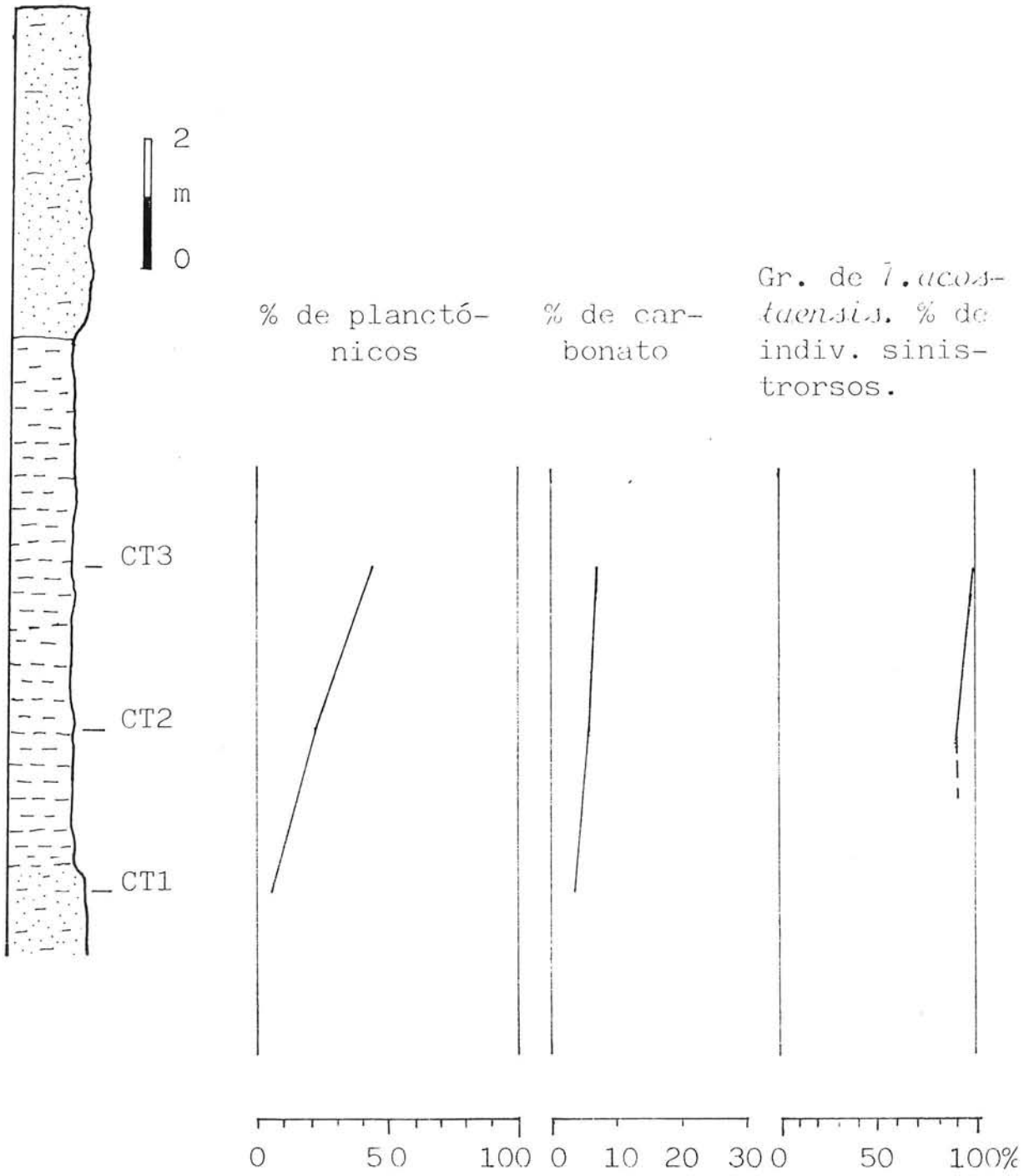


Figura 8. Sección de Cartaya.

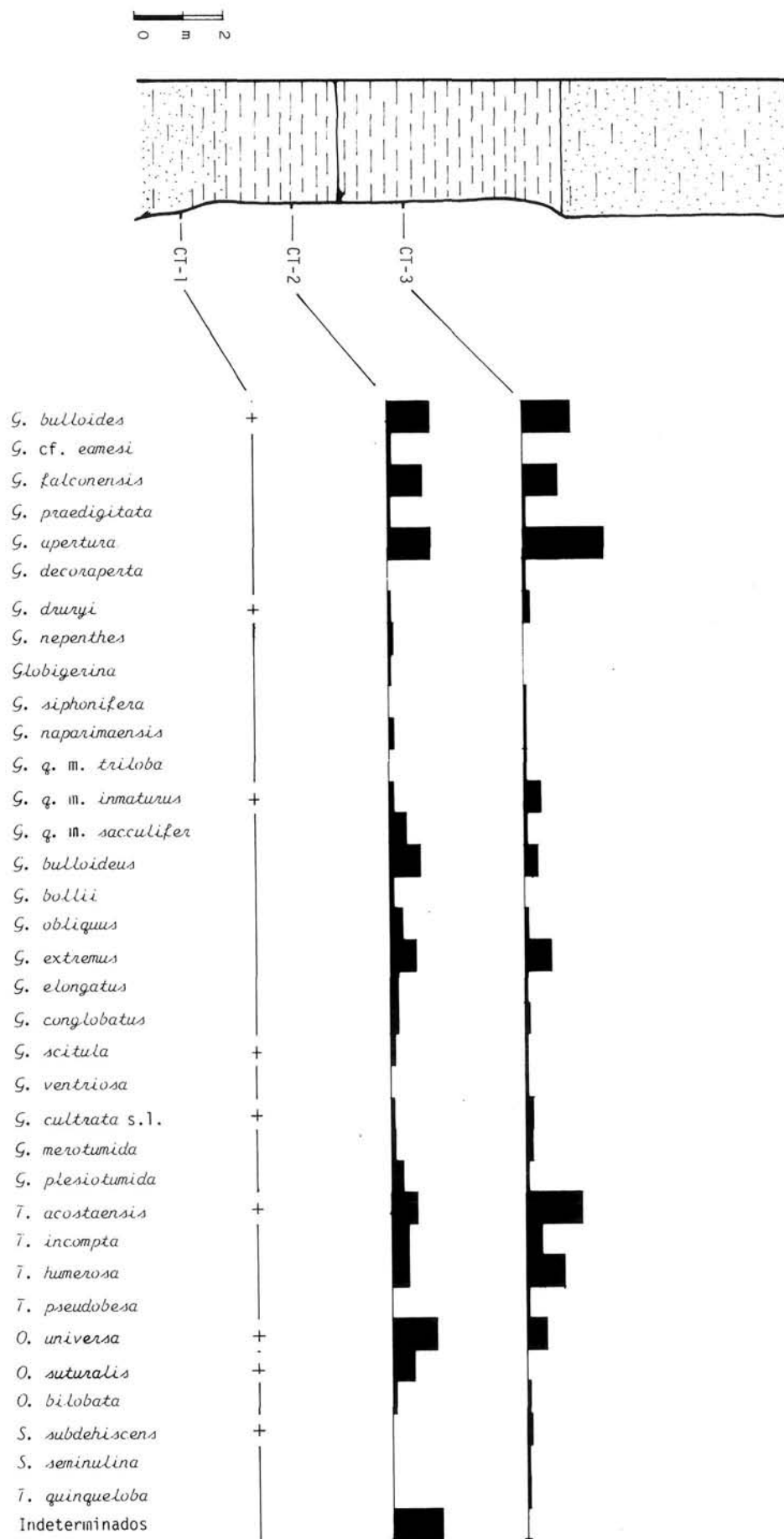


Figura 9. Sección de Cartaya. Abundancia relativa de las diferentes especies de Foraminíferos planctónicos.

El género *Globigerinoides* está muy bien representado, particularmente por el grupo de *G. extremus*. La especie que da nombre al grupo es la más abundante, aunque es importante señalar por su interés bioestratigráfico la presencia de *G. elongatus* y *G. conglobatus*. *G. bulloideus* aparece también con porcentajes relativamente altos, lo mismo que el grupo de *G. quadrilobatus*.

Las ausencias en esta sección de *G. miotumida*, *GG. conomiozea* y *G. cf. margaritae* son significativas desde el punto de vista bioestratigráfico.

3.4. Sección de Trigueros

Esta sección se levantó en una cantera situada en la entrada sur del pueblo. La posición estratigráfica de esta sección dentro de la unidad 2 puede deducirse a partir de datos de sondeos suministrados por VIGUIER (1974) según el cual las arcillas en Trigueros alcanzan unos 40 o 50 mts. En este sentido podemos suponer que la base de la sección de Trigueros no está muy por encima del techo de la sección de Beas o de Gibraleón. En la Fig. 10 se presenta un corte esquemático que relaciona esta sección con la de Beas.

En la sección de Trigueros se encuentra un tramo arcilloso inferior de unos 8 mts. de potencia; un segundo tramo en el que se observa una alternancia de capas de arcillas, similares a las anteriores y capas de arenas finas o limos, que tiene unos 4 mts de potencia. El contacto entre estas capas es bastante neto. El tercer tramo está constituido por arenas muy finas, poco cementadas y aparentemente sin estratificación. En la cantera alcanzan unos 5 mts. de espesor.

Estas arenas constituyen en superficie una mancha perfectamente cartografiable alrededor de Trigueros, que desaparece hacia el sur, según VIGUIER (1974) debajo de una nueva secuencia arcillosa, y suponen por tanto un pequeño paquete de arenas intercalado dentro de la unidad 2. Para VIGUIER (op. cit.) este tramo arenoso corresponde a la base del Plioceno por la presencia de *G. margaritae*, especie que efectivamente aparece por primera vez en los niveles más altos que afloran en esta área. Si bien estos niveles se sitúan algunos mts. por encima de la sección estudiada. En este trabajo los niveles citados son incluidos claramente en el Messiniense, como veremos en el capítulo de cronoestratigrafía.

En algunos puntos pueden encontrarse algunos Pectínidos dentro de este paquete.

Niveles arenosos semejantes intercalados hacia la mitad de la unidad 2 fueron citados por GONZALO Y TARIN (1877) en dos sondeos descritos por él en las proximidades de Huelva, capital.

En la sección de Trigueros únicamente se tomaron 3 muestras en las que la cantidad de carbonato se mantiene constante, alrededor de un 20% en las arcillas y de un 12% en las arenas finas. Se nota pues una ligera disminución en este componente respecto a las arcillas de Beas o de Gibraleón.

Comentario sobre la microfauna

Como se puede ver en la Fig. 11 la relación Foraminíferos planctónicos/Foraminíferos bentónicos es muy similar en las tres muestras, aproximadamente del 50%. En este sentido, resulta un poco extraño el alto contenido en Foraminíferos planctónicos del paquete arenoso superior.

El grupo de Globorotalias carenadas está dominado totalmente por *G. miotumida*, que en algunos niveles es la especie más abundante, constituyendo más del 20% del total. Por el contrario, el grupo de "*G. menardii*" no se encuentra en ninguna de las muestras.

Globorotalia cf. *margaritae* aparece en el nivel TR-2a con ejemplares bastante evolucionados, si bien presentan todavía un enrollamiento dextrorso y una periferia no carenada. Lo mismo que en las secciones anteriores las especies del grupo de *G. bulloides*, *G. apertura*, *G. extremus*, *T. acostaensis* y *O. universa* son las más representativas dentro de la asociación. *G. apertura*, que es muy escasa en los niveles inferiores, es la especie más abundante en la muestra TR-2a.

G. conomiozea no se ha encontrado en esta sección, si bien está presente en niveles equivalentes muestreados en otras canteras de esta misma localidad.

G. bulloideus aparece a través de toda la sección con porcentajes bajos.

En esta sección se pone de manifiesto un cambio en el sentido de enrollamiento del grupo de *T. acostaensis*. Este grupo que presenta un enrollamiento 100% sinistrorso en los dos niveles inferiores, lo mismo que en las secciones anteriores, pasa a 100% dextrorso en la muestra TR-3a. En el siguiente capítulo veremos que este cambio en el enrollamiento tiene lugar en otras áreas hacia la mitad

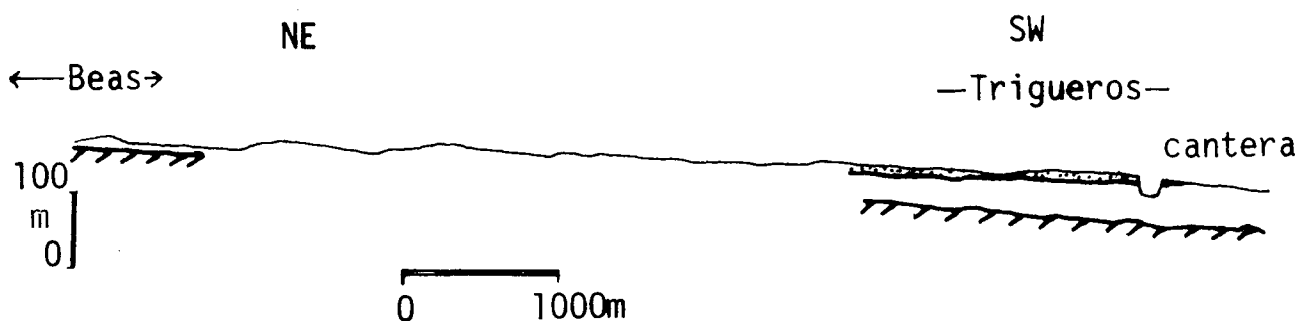


Figura 10. Corte geológico esquemático de Beas a Trigueros.

del Messiniense y de aquí su importancia como nivel de correlación a gran escala. En el futuro esta sección será muestreada con detalle para comprobar si este cambio tiene lugar en un sólo horizonte o se repite en horizontes sucesivos.

3.5. Otros puntos de muestreo en los niveles basales de la unidad 2.

Es difícil encontrar en la región estudiada afloramientos donde pueda observarse el contacto entre la unidad 1 y la unidad 2. En la mayoría de los casos éste se pone de manifiesto únicamente por cambios en la tonalidad de los campos de cultivo, rojizos sobre los materiales calcareníticos y más grisáceos en las zonas arcillosas.

Este contacto ha sido seguido de E. a O. en toda la región, obteniendo, allí donde fue posible, muestras aisladas de lo que considerábamos podía corresponder a los niveles inferiores de la unidad 2, inmediatamente encima del tramo basal. La localización de estas muestras se presenta en la Fig. 2.

Area de Gerena - Aznalcóllar

Los materiales del tramo basal constituyen una banda de afloramientos que discurre paralela a estas dos localidades. En el mismo pueblo de Gerena, en una cantera abierta para la explotación de granitos, se puede observar el contacto discordante entre la calcarenita y el zócalo de naturaleza granítica en este caso.

Inmediatamente al sur del pueblo una importante falla, que sigue una dirección aproximada E.-O., separa los materiales arriba citados de una extensa región en la que únicamente afloran las arcillas. El contacto entre la unidad 1 y la unidad 2 no es visible, por tanto, en esta zona.

VIGUIER (1974) levantó un corte geológico desde Gerena a Olivares siguiendo el camino que sigue paralelo a la conducción de abastecimiento de aguas a Sevilla. En este camino, aproximadamente un Km. hacia el sur del cruce con la carretera de Sevilla a Gerena, hemos tomado una muestra de arcillas figurada en el mapa con el n.º 7. Dicha muestra se recogió en el fondo de un arroyo, coordenadas (6°, 8', 50'' W; 70°, 30'' N.) de la Hoja Geológica n.º 962 (Alcalá del Rio), IGME (1976), y puede ser aproximadamente equivalente a la muestra n.º 69083109 de VIGIER (1974), situada según él a unos 60 mts. de la calcarenita.

En esta muestra *G. miotumida* es la especie dominante, no encontrándose otras Globorotalias carenadas ni del grupo de "*G. menardii*" ni *Globorotalia* cf. *margaritae*. El grupo de *T. acostaensis* presenta un enrollamiento 100% sinistrorso.

A unos Kms. de distancia de aquí, en el cruce entre la carretera local de Gerena a Sevilla y la carretera nacional de Sevilla a Mérida, se obtuvo otra muestra

en una cantera de arcillas situada en las proximidades de este cruce. Aunque su posición estratigráfica dentro de la unidad 2 resulta incierta, sin embargo es muy interesante desde el punto de vista bioestratigráfico.

La asociación encontrada en esta muestra presenta las siguientes características:

1. El sentido de enrollamiento de las especies del grupo de *T. acostaensis* es dextrorso.
2. Ausencia de *G. miotumida*, al menos de los ejemplares típicos de esta especie, y del grupo de "*G. menardii*".
3. Presencia abundante de *Globorotalia* cf. *margaritae* y de *G. margaritae*, la primera más abundante que la segunda y las dos con enrollamiento preferentemente sinistrorso.

Por todas estas características, el nivel que acabamos de describir debe situarse por encima del techo de la sección de Trigueros. Constituye, por tanto, uno de los pocos puntos en el que se ha podido observar esta asociación, característica de la parte basal de la zona de *G. margaritae*.

Los abundantes ejemplares encontrados en esta muestra y determinados como *Globorotalia* cf. *margaritae*, difieren bastante de los citados en otros niveles inferiores y constituyen una gama muy variable de formas, que tienen como característica común la presencia de un lado dorsal convexo y una carena más o menos desarrollada. Se separan de *G. margaritae* s.s. porque presentan el lado ventral bastante abombado. En realidad la morfología es tan dispar que parece como si un grupo de diferentes especies de *Globorotalia* presentara una tendencia a la adquisición de la morfología típica de *G. margaritae*.

En la zona de Aznalcollar, siguiendo la carretera local que une dicha localidad con Escacena, se encuentran de nuevo grandes manchas de calcarenita que se apoyan discordantes sobre el zócalo. En dicha carretera se obtuvo la muestra Az-Es-1, figurada en el mapa con el nº 6. Coordenadas (2° , 38' , 10'' 0.; 37° , 29' , 40''). Esta muestra se tomó en unas pequeñas excavaciones donde aparecen unas arcillas en el lado derecho de la carretera. A pocos metros de ella se pueden observar afloramientos calcareníticos situados aproximadamente a la misma cota, lo que nos llevó a suponer que se trataba de los niveles basales de la unidad 2.

En dicha muestra la fracción arena constituye el 18% y el contenido en carbonato pasa del 40%. La asociación estudiada es equivalente a la que se encuentra en la parte inferior de las secciones de Gibrleón o Beas.

La relación Foraminíferos planctónicos/Foraminíferos bentónicos es del 86%. El carácter más peculiar de este nivel es la ausencia casi total de *Globorotalias* carenadas, a pesar de la gran diversidad específica encontrada (33 especies). Únicamente aparece algún ejemplar muy raro de *G. cultrata* s.l. y de *G. cf. conomiozea*. *G. miotumida* y *G. cf. margaritae* están totalmente ausentes.

Por el contrario, es bastante abundante el grupo de *Globorotalia scitula*, dominado por *G. ventriosa* y *G. suterae*, que es muy representativa en esta muestra.

T. humerosa es particularmente abundante, casi tanto como *T. acostaensis*. Ambas especies presentan enrollamiento sinistrorso.

En el resto de la asociación el género *Globigerina* es el que está mejor representado con *G. bulloides*, *G. falconensis* y *G. apertura*.

Area de Paterna

Al norte de esta localidad, siguiendo la carretera local de Paterna a Berrocal, en el cruce de la misma con el río Corumbel, se pueden observar buenos afloramientos del tramo basal. Al norte del citado río afloran únicamente materiales paleozoicos. Siguiendo dicha carretera en dirección a Paterna, aparece durante varios Kms. la calcarenita a veces recubierta por pequeñas manchas de arcillas.

Hacia el sur las arcillas sustituyen completamente a la calcarenita, formando una extensa campiña en la que son muy numerosos los cultivos de algodón y en los que es muy difícil encontrar un sólo afloramiento. Termina ésta hacia el sur en las cuestas de subida a Paterna, en las que se puede observar de abajo hacia arriba la parte superior de las arcillas y encima un paquete de limos arenosos sobre el que se asienta el pueblo y que constituye la unidad 3.

Las muestras PT-BR y PT-BR2 fueron tomadas en la citada carretera en los niveles de arcillas supuestamente encima de la calcarenita. La primera presenta unas coordenadas (2° , 44' , 50'' O.; 37° , 28' , 10''), Hoja Geológica n° 983 (Sanlúcar la Mayor).

La fracción arena supone en dicha muestra tan sólo un 3% y la proporción de carbonato es del 41%. La relación Foraminíferos planctónicos/Foraminíferos bentónicos es alta (84%). La diversidad específica es inferior a la de la muestra anterior (26 especies). El grupo de Globorotalias carenadas, casi ausente en el caso anterior, está dominado en esta muestra por *G. miotumida*, que es la especie más abundante de la asociación con casi un 20%. El grupo de *T. acostaensis*, bien representado también, presenta un enrollamiento sinistrorso. Por el contrario, el grupo de *G. scitula* es muy reducido y está representado por esta especie y muy esporádicamente *G. ventriosa*. No aparecen ni *G. conomiozea*, ni *G. cf. margaritae*.

Esta asociación que acabamos de describir es, por tanto, equivalente a la encontrada en la mitad superior de Gibraleón y Beas, por lo que debemos suponer la existencia de pequeñas fallas en el contacto entre las unidades 1 y 2, o bien que los niveles basales de la unidad 2 están muy condensados en este punto.

La muestra PT-BR.2 fue recogida en la misma carretera, como a 1,3 Kms de la anterior en dirección a Paterna. Coordenadas (2° 44' 30'' O., 37° 27' 55'' N.) de la Hoja Geológica n° 983 (Sanlúcar la Mayor).

En esta muestra, aunque las Globorotalias carenadas son poco numerosas, es el grupo de "*G. menardii*" el único presente, con *G. cultrata* s.l. y *G. plesiotumida*, ambas con enrollamiento dextrorso. Se caracteriza esta muestra por un claro predominio del género *Globigerina*, y en especial *G. bulloides*. *Globigerinoides bulloideus* es también muy abundante si se compara con la muestra anterior. El grupo de *T. acostaensis* presenta un enrollamiento sinistrorso.

Area de La Palma del Condado-Niebla

En esta zona se tomaron 3 muestras, siguiendo la banda de afloramientos de la unidad 1. La primera de ellas al norte de la Palma del Condado, en la carretera local de dicha localidad a Berrocal, a la altura del Km. 5, coordenadas (2°, 52', 40'' O.; 37°, 25', 30'' N.) de la Hoja n.º 982 del Mapa Militar de España. Se observan aquí algunos retazos aislados de calcarenita, junto a la carretera aparece un nivel de arenas glauconíticas y en otros puntos aflora el Paleozoico. Las relaciones entre las distintas unidades no son claras y es probable que la tectónica haya jugado un papel importante.

La muestra PL-BR.2 se obtuvo a pocos metros de unos afloramientos paleozoicos. Dicha muestra que ha sido figurada en el mapa con el n.º 3 nos suministró una asociación característica con gran abundancia de *G. miotumida* y ausencia de otras Globorotalias carenadas. El grupo de *T. acostaensis* presenta un enrollamiento preferentemente sinistrorso.

Las otras dos muestras fueron tomadas al noroeste de Niebla, en el camino en construcción que une dicha localidad con el caserío de Candón. En las proximidades del caserío, el citado camino cruza el arroyo Candón, en cuya ladera izquierda aparece el Paleozoico, el tramo basal y los niveles de arcillas. En dichos niveles se tomó la muestra CD-1, figurada en el mapa con el n.º 1 y con unas coordenadas (3°, 2', 50'' O.; 37°, 23', 10'' N.) de la Hoja n.º 982 (La Palma del Condado) del Mapa Militar de España. Se puede situar unos 6 mts. por encima del techo de la calcarenita, separada de la misma por un tramo cubierto.

Se encontró una asociación similar a la anterior, dominada por *G. miotumida* y sin otras Globorotalias carenadas.

La muestra CD-2 se recogió en un afloramiento de arcillas en el punto donde el camino mencionado cruza el arroyo del Moro (coordenadas, 3°, 1', 40'' O.; 37°, 22', 20' N.) de la Hoja n.º 982 (La Palma del Condado) del Mapa Militar de España. En dicho apoyo aparecen las capas de calcarenita y unos mts. por encima, en las trincheras de la carretera, aparecen unos niveles de arcillas que presentan un enrejado de pequeñas vetas de carbonato.

La muestra CD-2 nos proporcionó una asociación similar a la encontrada en las dos muestras anteriores. En este área no se ha localizado la asociación ca-

racterística de los niveles basales de Gibraleón y Beas, lo que puede ser explicado, o bien porque la edad de la transgresión en este área es posterior, o bien porque las muestras tomadas no corresponden a la parte más baja de la unidad 2.

3.6. Sección de Huelva

Esta sección se obtuvo en los cabezos de la ciudad de Huelva, que se disponen paralelos a la carretera nacional antigua de Huelva a Ayamonte y en cuyas laderas se puede observar la última parte de la serie neógena.

En la parte baja de los citados cabezos son visibles las arcillas azules que se extienden hasta el nivel de las marismas, nivel en el que se tomó la muestra HV-1, aprovechando las obras de excavación de una zanja junto a la carretera. En la parte superior aparece un paquete de arenas de grano fino, amarillentas, poco cementadas, con abundantes concreciones calcáreas y niveles de acumulación de conchas, principalmente de Moluscos, que constituye la unidad 3 en esta zona. El contacto entre ambas unidades es muy neto y puede seguirse durante más de 1 Km. En los cortes situados detrás de la plaza de toros puede apreciarse toda la unidad 3 que alcanza un espesor de unos 20 mts. en este punto. Sobre este tramo de arenas finas se apoyan unas arenas y conglomerados de color rojo, con abundantes estratificaciones cruzadas a gran escala.

Es importante resaltar que el nivel de arenas glauconíticas, que normalmente está presente en el contacto entre la unidad 2 y la unidad 3, en esta sección aparece en el interior de las arenas, unos 4 mts. por encima del contacto. En dicho nivel es donde se registran las mayores acumulaciones de conchas.

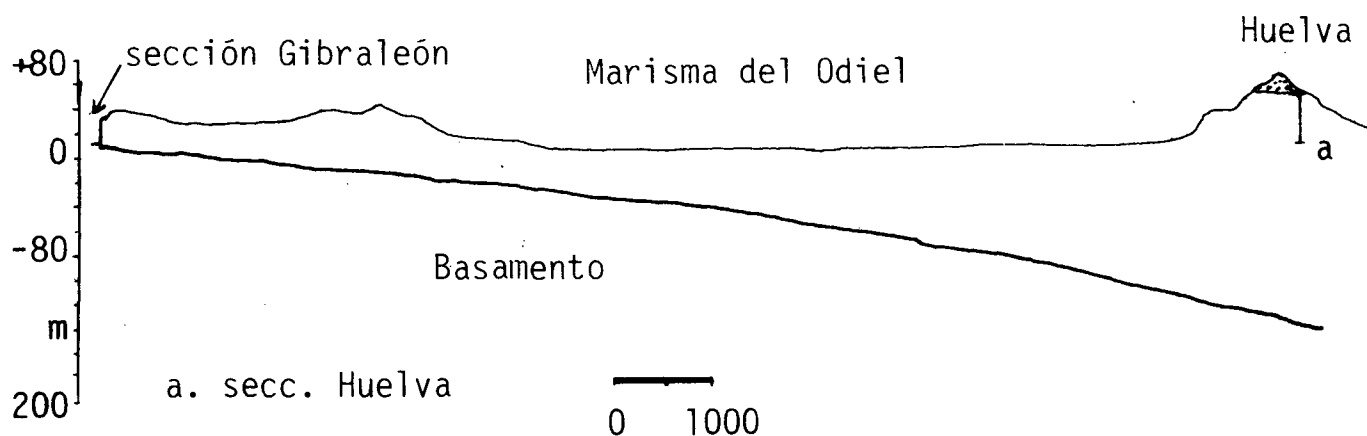


Figura 11. Corte geológico esquemático de Gibraleón a Huelva.

Esta sección está situada unos 15 Kms. al sur de la de Gibraleón. En la Fig. 13 se presenta un corte geológico esquemático que relaciona ambas secciones.

Los análisis de carbonato nos proporcionaron unos valores entre el 25 y el 30% en la unidad arcillosa y algo menores en las arenas superiores (15-20%).

Comentario sobre la microfauna

La relación Foraminíferos planctónicos/Foraminíferos bentónicos es muy baja si se compara con las estudiadas anteriormente. No obstante, estos valores se mantendrán en las secciones que estudiaremos en adelante. Exceptuando los niveles HV-1 y HV-5 los Foraminíferos planctónicos no superan el 10%, sin embargo, los niveles arenosos, a pesar de los bajos porcentajes, nos suministraron una rica fauna planctónica.

En el grupo de las Globorotalias carenadas *G. margaritae* es casi la única especie presente. Aparece en casi todos los niveles estudiados, en alguno de ellos con relativa abundancia. Como dato importante desde el punto de vista bioestratigráfico, destacamos la presencia de esta especie en los niveles arenosos con ejemplares muy bien conservados y bastante abundantes, lo que nos lleva a suponer que dichos ejemplares no se deben a la resedimentación. No podemos olvidar que en la unidad 3, en todas las secciones estudiadas, son muy frecuentes las formas resedimentadas del Cretácico y Paleógeno.

En la muestra HV-7 se encontró un ejemplar de *G. miotumida*. Sin embargo, *G. puncticulata* no aparece en toda la sección.

G. apertura es muy abundante en todos los niveles, siendo la especie más significativa del género. El grupo de *G. bulloides* aparece representado por esta especie, *G. falconensis* y *G. praecalida* con porcentajes que varían a través de la columna.

El grupo de *G. extremus*, especialmente esta especie, es muy significativo en algunos niveles. Los ejemplares encontrados presentan las cámaras fuertemente comprimidas, en un grado muy superior al observado en los ejemplares de las secciones de Gibraleón o Beas.

El grupo de *G. quadrilobatus*, excepto en el nivel inferior, es bastante esporádico, como en el resto de las secciones.

O. universa y *O. suturalis* son extraordinariamente abundantes en algunos niveles, como ocurre en la muestra HV-6.

Por último el grupo de *T. acostaensis*, principalmente representado por esta especie y por *T. incompta*, presenta un enrollamiento preferentemente dextrorso, si bien las formas sinistrorsas alcanzan en ocasiones hasta un 30% (ver Fig. 14).

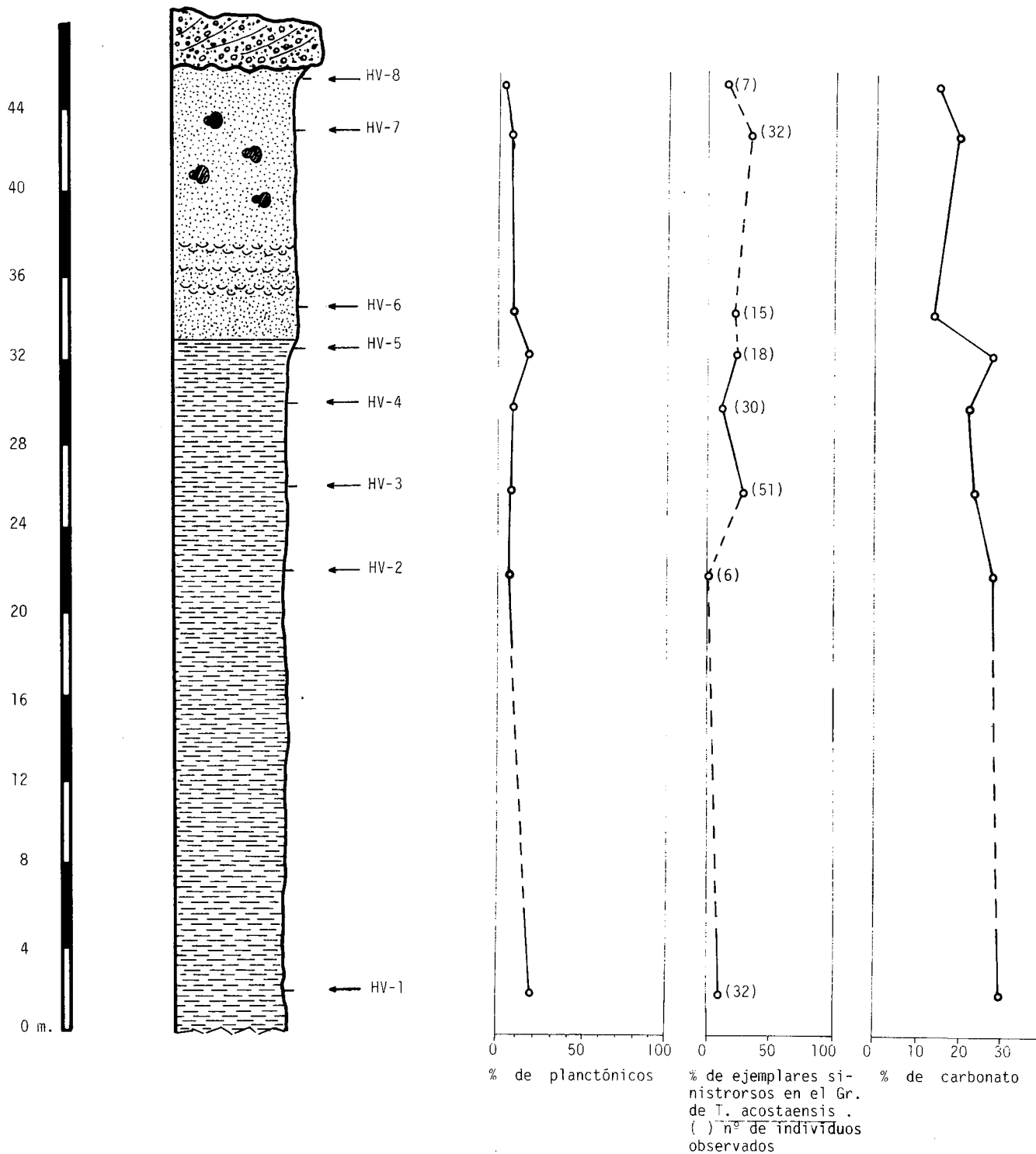


Figura 12. Sección de Huelva.

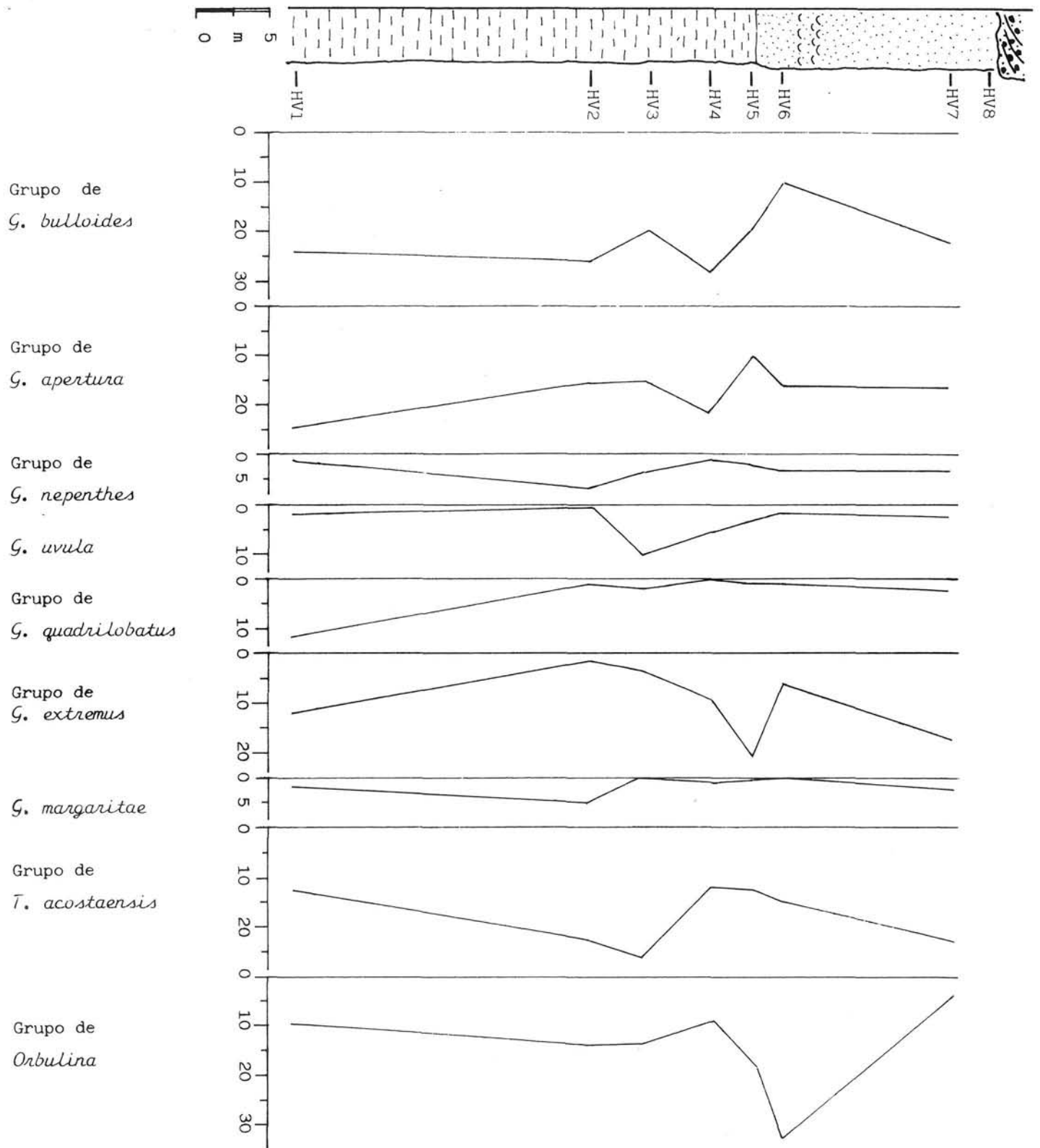


Figura 13. Sección de Huelva. Abundancia relativa de las diferentes especies de Foraminíferos planctónicos.

3.7. Sección de Moguer

Esta sección se obtuvo siguiendo una dirección NW-SE que atraviesa el pueblo. Los niveles inferiores se muestrearon en el camino que baja desde Moguer hasta las Marismas del río Tinto. En los escarpes de la margen izquierda de este río, se pueden observar las arcillas azules y en la parte alta el nivel de arenas glauconíticas que constituye el contacto entre la unidad 2 y la unidad 3. Como en otras áreas el nivel de arenas glauconíticas nos sirvió de guía. Este nivel, donde son frecuentes los restos de peces, moldes de moluscos, *Amusium* con las dos valvas, etc., puede seguirse a lo largo del arroyo de Montemayor hasta el otro lado del pueblo, donde se continuó la serie a través del camino de Moguer a la Ermita de Montemayor. Una sección similar a esta puede obtenerse siguiendo el camino al depósito de aguas.

Por encima del nivel de arenas glauconíticas y después de un tramo cubierto de unos 18 mts., nos encontramos un paquete de limos arenosos que aflora en las trincheras de dicho camino. En él se pueden encontrar Pectínidos, Ostreidos, abundantes moldes de otros Moluscos y concreciones; en varios puntos se observa un pequeño horizonte en el que aparecen ejemplares de *Amusium* relativamente abundantes.

Hacia el techo de este tramo de limos arenosos aparecen niveles muy ricos en macrofauna e inmediatamente encima el contacto muy neto con el tramo siguiente. Los niveles de macrofauna son especialmente ricos en Moluscos, con gran diversidad de especies, no sólo de Pectínidos y Ostreidos como ocurre en el resto de la unidad. El contacto entre esta unidad y la siguiente ha sido observado también en las paredes de un pozo abierto en un área próxima. En dichos niveles se encontraron abundantes Moluscos entre los que podemos destacar *Palliolium (Lissochlamys excisum)*, *Chlamys (Manupecten) pesfelis*, etc. típicos del Plioceno (GONZALEZ DELGADO, com. pers.).

Una característica común de la unidad 3 en esta región es la fuerte disolución, que ha afectado a la macrofauna y originado las abundantes concreciones existentes.

El siguiente tramo está constituido por arenas blancas de grano fino, muy bien calibradas, sueltas, totalmente estériles en microfauna. Sin embargo, se pueden encontrar moldes de pequeños Moluscos, principalmente Bivalvos. En el interior de esta unidad y como a unos 12 mts. de la base aparece un pequeño horizonte de unos 20 cms. de espesor en el que se encuentran bastantes Ostreidos, cementados entre sí y con otros Bivalvos y Gasterópodos en el que se obtuvo una microfauna muy rica, aunque principalmente bentónica. Este nivel y todo el tramo que estamos describiendo aflora en el mismo camino, una vez pasada la Ermita de Montemayor.

Este nivel con abundantes Ostreidos puede reconocerse también en el camino al depósito de aguas, si bien en este punto aparece dividido en dos: uno inferior de unos 50 cms. de espesor y el superior de aproximadamente 1 m.

Pensamos que todo el paquete puede corresponder a la unidad 4, constituida probablemente por depósitos costeros originados por la acción del viento, aunque muy próximos al litoral como lo prueba la presencia de pequeños Moluscos arrastrados hasta allí. En otras áreas, como veremos más adelante, esta unidad es completamente estéril.

El nivel o niveles de Ostreidos se depositaron probablemente durante una corta incursión marina. En este sentido, en los intervalos inmediatamente encima y debajo de los mismos se nota un incremento en el número de moldes.

Encima del nivel de Ostreidos aparece poco más de 1 m. de la misma facies de arenas blancas típica de toda la unidad 4, con pequeños moldes que desaparecen rápidamente. Hacia arriba hacen su aparición niveles milimétricos de pequeños cantos de cuarzo, al tiempo que se observa un cambio gradual por el que se pasa de las tonalidades claras a las rojizas, de tal forma que en unos 5 ó 6 mts. nos encontramos ante un microconglomerado con cantos de pequeño tamaño sobre el que se apoya, mediante contacto erosivo, un conglomerado de color rojo, con cantos de orden centimétrico y con estratificaciones cruzadas a gran escala, con el que termina la sección estudiada.

Secciones similares a la que acabamos de describir pueden obtenerse siguiendo la alineación de lomas, que discurre paralela a la margen izquierda del río Tinto con una dirección aproximada ENE-WSW entre los pueblos de Palos de la Frontera, Moguer, Lucena, Bonares, Niebla, La Palma del Condado, etc.

Comentario sobre la microfauna

Los Foraminíferos planctónicos aparecen en porcentajes bajos en relación con los bentónicos en toda la sección, si bien en la unidad de limos arenosos éstos son más frecuentes que en otras secciones, a excepción de la de Huelva. El estado de conservación es malo en líneas generales.

El nivel MG-1 resultó estéril tanto en Foraminíferos planctónicos como en bentónicos, lo mismo que todas las muestras tomadas en la unidad 4, a excepción de la muestra MG-17 recogida en el nivel de Ostreidos. El nivel de arenas glauconíticas resultó también casi estéril.

Los grupos de *G. bulloides*, *G. apertura* y *T. acostaensis* son los mejor representados en las arcillas azules. *G. margaritae* está presente en todos los niveles hasta la muestra MG-8 y dentro de las Globorotalias carenadas, es la única especie presente si exceptuamos un ejemplar de *G. miotumida* recogido en la muestra MG-10. Lo mismo que en la sección de Huelva se encuentran abundantes formas resedimentadas.

Globorotalia puncticulata aparece constantemente en todas las muestras estudiadas de la unidad 3 y en el nivel de Ostreidos. Los ejemplares encontrados pueden ser incluidos en el morfotipo *padana*.

Los grupos de *G. quadrilobatus* y *G. extremus* alcanzan una representación importante en algunas muestras del paquete de limos arenosos.

El grupo de *T. acostaensis* presenta un enrollamiento preferentemente dextrorso, si bien los ejemplares sinistrorsos están presentes con porcentajes bajos.

3.8. Sección de Niebla

El área de Niebla es muy interesante para conocer la evolución de la cuenca neógena. En las proximidades de dicha localidad, siguiendo el cauce del río Tinto, pueden encontrarse buenos afloramientos del tramo basal calcarenítico que se apoya en unos puntos sobre el Paleozoico y en otros sobre el Mesozoico (Triásico). Las variaciones de potencia de la calcarenita en esta zona son muy bruscas.

Al sur de Niebla, en dirección a Bonares y después de cruzar una pequeña llanura denominada «los Bermejales», constituida por el techo de la calcarenita, comienzan los afloramientos de arcillas azules que continúan después de un tramo cubierto en las canteras de arcillas de la fábrica de cementos de Niebla, en cuya parte superior puede verse un nivel de arenas glauconíticas con el que termina la sedimentación arcillosa. En esta cantera se tomaron las muestras NB-3 a NB-15.

Los niveles basales de la unidad 2 en este área se encontraron en la cantera de la piedra del rayo. En el extremo occidental de dicha cantera se encuentra un paquete de arcillas, que se apoya discordantemente sobre unas capas dolomíticas fuertemente inclinadas. Se pone de manifiesto aquí la ausencia del tramo basal y, por otra parte, los Foraminíferos planctónicos encontrados nos sitúan en un nivel cronoestratigráfico por encima de las secciones de Gibrleón, Beas, Trigueros, etc. Es decir que en este punto no aparece tampoco la parte basal de la unidad 2. En este sentido, debemos observar que al norte de Niebla, a unos 3 ó 4 Kms. tan sólo de aquí, se encuentran estos niveles basales encima de la calcarenita.

En un trabajo anterior (SIERRO *et al.*, 1983) señalamos la presencia de un «hard ground» en el contacto entre estas arcillas y el basamento, en relación probablemente con un alto fondo, que pudo ser originado por el resalte morfológico de los afloramientos mesozoicos y, que explicaría la ausencia de calcarenita y de la parte basal de la unidad 2. No obstante, es necesario admitir la existencia de una falla que haya provocado el hundimiento del bloque sur.

Estos niveles de arcillas alcanzan tan sólo unos 2 mts. de potencia y en su base son muy frecuentes grandes Pectínidos y Ostreidos. Una lista de la fauna

encontrada puede verse en SIERRO *et al.* (op. cit.). En este pequeño afloramiento se tomaron las muestras NB- α y NB- β . Las coordenadas del mismo son (2°, 59', 57" O.; 37°, 20', 40" N.) de la Hoja n.º 982 (La Palma del Condado) del Mapa Militar de España.

En esta zona la unidad 2 alcanza solamente unos 60 mts. de potencia.

La unidad 3, que comienza con el nivel de arenas glauconíticas, fue muestreado en una trinchera abierta durante las obras de construcción de la Autovía Sevilla-Huelva, unos 500 mts. después del cruce con la carretera local de Almonte al puente de Niebla en dirección a Sevilla.

En este corte se pudo observar (en la actualidad se encuentra cubierto por la vegetación) el paquete de arenas limoso-glauconíticas con varios niveles de acumulación de conchas, la mayoría en mal estado de conservación, que alcanza casi unos 4 mts. de potencia. Encima encontramos unos 8 mts. de arenas de grano fino de color amarillento y con muy abundantes niveles de Moluscos, especialmente hacia el techo. La macrofauna de dichos niveles ha sido objeto de varios trabajos: GONZALEZ DELGADO (1979, 1983) y PORTA & GONZALEZ DELGADO (1980, 1983).

Sobre dicha unidad y mediante contacto neto se apoya un paquete de arenas de grano fino, bien calibradas, azoicas, que presentan unos 3 mts. de espesor y constituyen la unidad 4.

Por último termina la serie con unas arenas gruesas de color rojo, que se hacen conglomeráticas hacia el techo y donde son muy frecuentes las estratificaciones cruzadas a gran escala. La superficie de contacto entre esta unidad y la anterior es erosiva.

Para una estratigrafía más detallada de esta sección remitimos a SIERRO *et al.* (1982) donde se adelantan además los primeros resultados sobre la microfau-na planctónica y bentónica.

De los análisis de carbonato se obtuvieron unos valores comprendidos entre el 25 y el 30% en las arcillas azules, disminuyendo hasta un 6% en la capa de arenas limoso-glauconíticas.

El contenido en limo + arcilla es muy elevado, por encima del 95%, en la mitad inferior del tramo arcilloso, excepto en el nivel basal. Sin embargo, hacia el techo se encuentran horizontes en los que la fracción arena es importante, un 30% por ejemplo en la muestra NB-14. En la unidad superior, la proporción de arena supera a la de limo + arcilla, alcanzándose incluso hasta un 90% en este componente en el nivel NB-24.

Comentario sobre la microfauna

En toda la sección los Foraminíferos bentónicos predominan claramente sobre los planctónicos, especialmente en los niveles superiores de arenas donde los

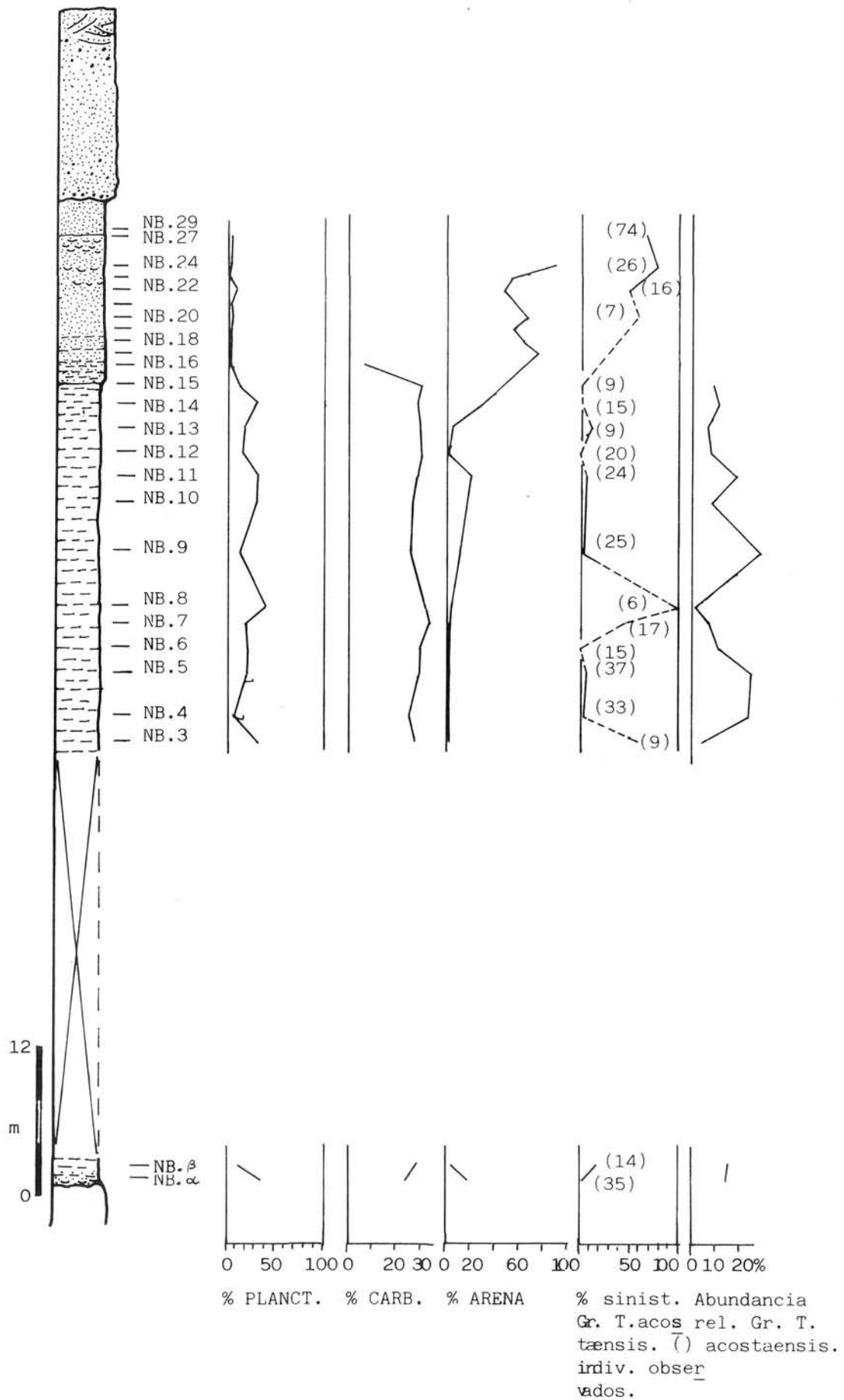


Figura 15. Sección de Niebla.

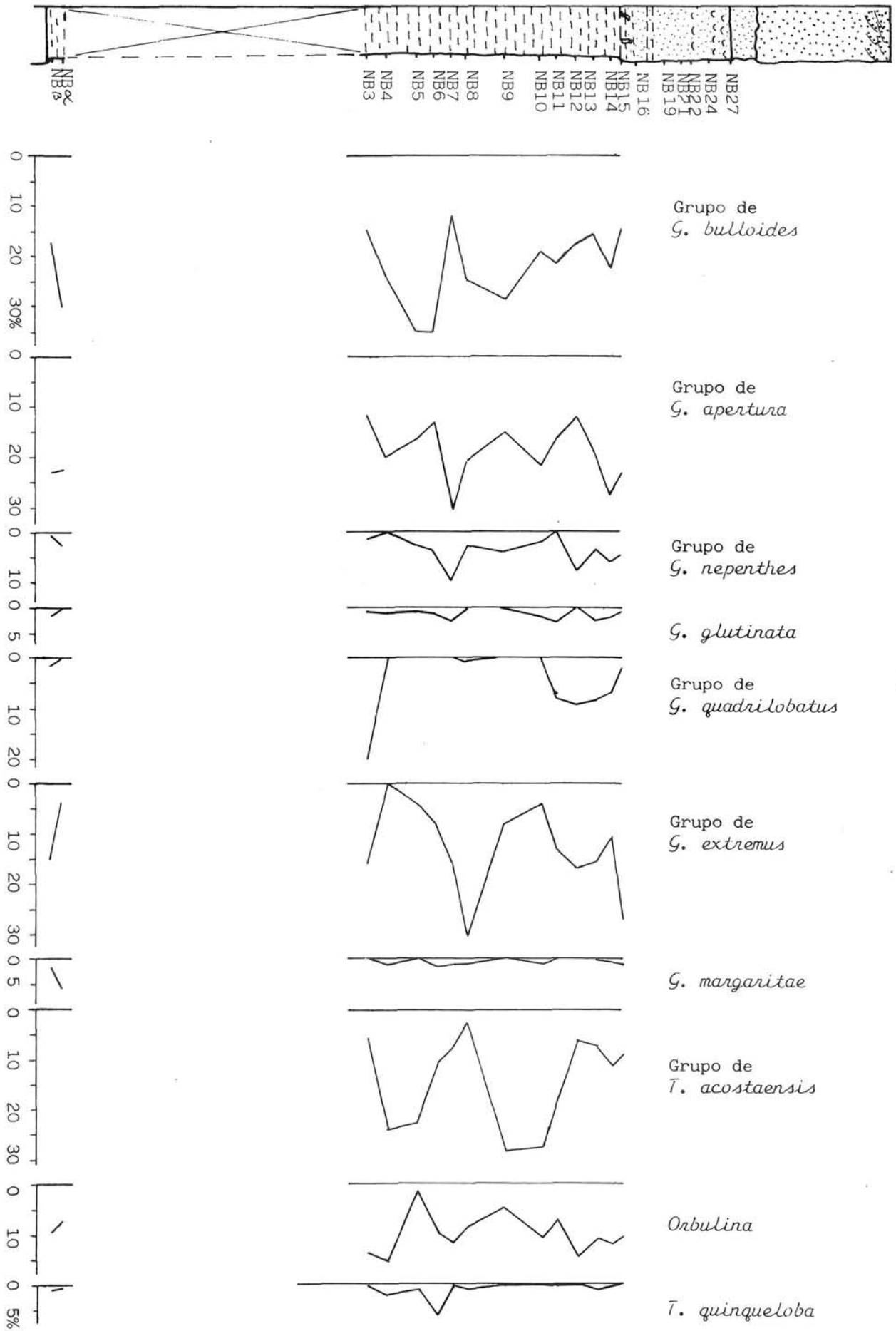


Figura 16. Sección de Niebla. Abundancia relativa de las diferentes especies de Foraminíferos planctónicos.

segundos son muy raros. En las arcillas la relación plancton/bentos oscila alrededor del 20%. En el nivel basal, sin embargo, se alcanza casi el 40%.

Como venimos haciendo en otras secciones, comenzamos la descripción de la asociación con el grupo de las Globorotalias carenadas, representada en este caso casi exclusivamente por *G. margaritae*, presente en la mayor parte de los niveles de arcillas y siempre con ejemplares típicos, sinistrorsos y con carena bien desarrollada. *Globorotalia* cf. *margaritae*, por el contrario, no aparece.

En el techo de la unidad 3 se encontró un ejemplar de *G. margaritae* s.s., si bien su mal estado de conservación nos lleva a suponer una posible resedimentación.

Lo mismo que ocurría en las dos secciones anteriores, encontramos en los niveles arenosos algunos ejemplares de *G. miotumida* junto a *G. ventriosa*, especies que no aparecen, sin embargo, en las arcillas, donde sería más probable su presencia, por lo que recurrimos al factor resedimentación, que juega un papel importante en toda la unidad 3 desde nuestro punto de vista.

En una muestra equivalente a la NB- β de este trabajo en la que eran muy frecuentes los ejemplares típicos de *G. margaritae* s.s., se encontraron también algunas Globorotalias carenadas que hemos determinado como *G. miotumida* por la abertura en arco alto, si bien presentan unas características morfológicas similares a *G. plesiotumida* o a *G. cultrata* s.l. Estos ejemplares son siempre sinistrorsos y únicamente han sido encontrados en este nivel.

El grupo de *G. extremus* es especialmente importante en esta sección, siendo en algunos niveles el más abundante. Por su parte el grupo de *G. quadrilobatus*, alcanza también valores representativos en algunos horizontes. Es posible que sea en esta sección donde el grupo alcanza los mayores porcentajes.

Globigerina apertura está muy bien representada en todas las muestras hasta el punto de ser la especie más abundante. Por el contrario, *G. bulloides* supone porcentajes bajos, siendo *G. falconensis* y *G. praecalida* las especies dominantes del grupo.

El grupo de *T. acostaensis*, importante en toda la sección, presenta formas preferentemente dextrorsas en los niveles arcillosos, si exceptuamos las muestras NB-3, NB-7 y NB-8 donde predominan las sinistrorsas, si bien el n.º de ejemplares estudiados es poco significativo en estos casos. En este sentido parecen coincidir los niveles con enrollamiento preferentemente sinistrorso con aquellos en los que el grupo está pobremente representado (ver Fig. 17).

En el paquete de arenas superiores los ejemplares sinistrorsos dominan sobre los dextrorsos. No obstante, pensamos que estos porcentajes pueden estar influenciados en alguna medida por la resedimentación.

Queremos destacar también la presencia relativamente abundante en esta sección del género *Orbulina*, particularmente *O. universa* y *O. suturalis*.

3.9. Sección de Castilleja del Campo

En Castilleja del Campo se levantaron dos secciones. La primera de ellas se obtuvo al norte de dicha localidad, en una cantera de arcillas situada a unos 500 mts. de la misma. En ella se pudo observar un tramo arcilloso de unos 10 mts. de espesor, en el que se intercalan dos paquetes, uno en la base y otro hacia el techo de carácter limoso. Los contactos entre ambos materiales se manifiestan por cambios de color. En dicha sección, estratigráficamente más baja, se tomaron las muestras CA.4 y CA.5.

La segunda sección se levantó en dos canteras, muy próximas, situadas detrás del Cementerio. En la base aparecen unos niveles arcillosos, que se hacen rápidamente más limoso-arenosos, para pasar, después de un tramo cubierto de unos 2 mts. de potencia, a arenas finas amarillentas sin estratificación ni macrofauna.

El porcentaje de carbonato oscila alrededor del 30% en las arcillas, disminuyendo ligeramente en el tramo arenoso.

Comentario sobre la microfauna

La relación Foraminíferos planctónicos/Foraminíferos bentónicos es baja, excepto en los dos niveles inferiores, donde suponen un 30%. En los niveles CA. B y CA. D alcanzan un 5 y un 16% respectivamente, y a partir de la muestra CA.G no se llega al 5%.

El grupo de Globorotalias carenadas está representado exclusivamente por *G. margaritae*, si bien hacia el techo se pueden encontrar otras Globorotalias que hemos denominado como *Globorotalia* sp.. Estos ejemplares pueden incluirse en el grupo de *G. scitula* con una periferia bastante angulosa. Curiosamente sólo se encuentran en los niveles superiores más detríticos, lo que nos lleva a suponer una posible resedimentación.

El grupo de *T. acostaensis*, bastante abundante, presenta un enrollamiento claramente dextrorso en los dos niveles inferiores, mientras que hacia arriba los porcentajes de ejemplares sinistrorsos oscilan entre el 30 y el 60%. No deja de ser significativo que en las facies donde se encuentra mayor diversidad de Foraminíferos planctónicos y donde el grupo está mejor representado, como ocurre en los dos niveles inferiores, es donde se alcanzan los mayores porcentajes de dextrorsos.

El grupo de *G. apertura* domina sobre el de *G. bulloides*, siendo la primera especie muy abundante.

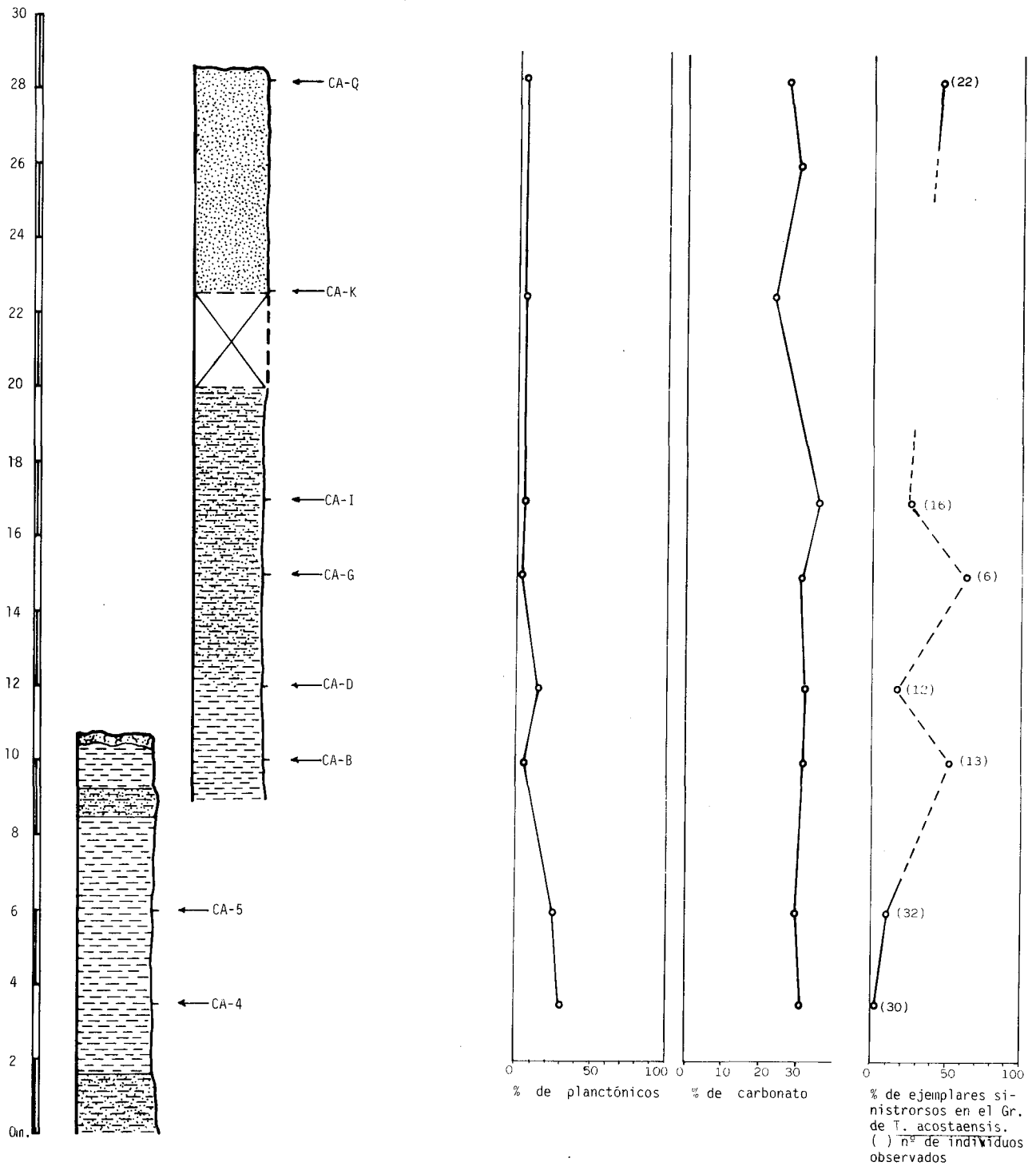


Figura 17. Sección de Castilleja del Campo.

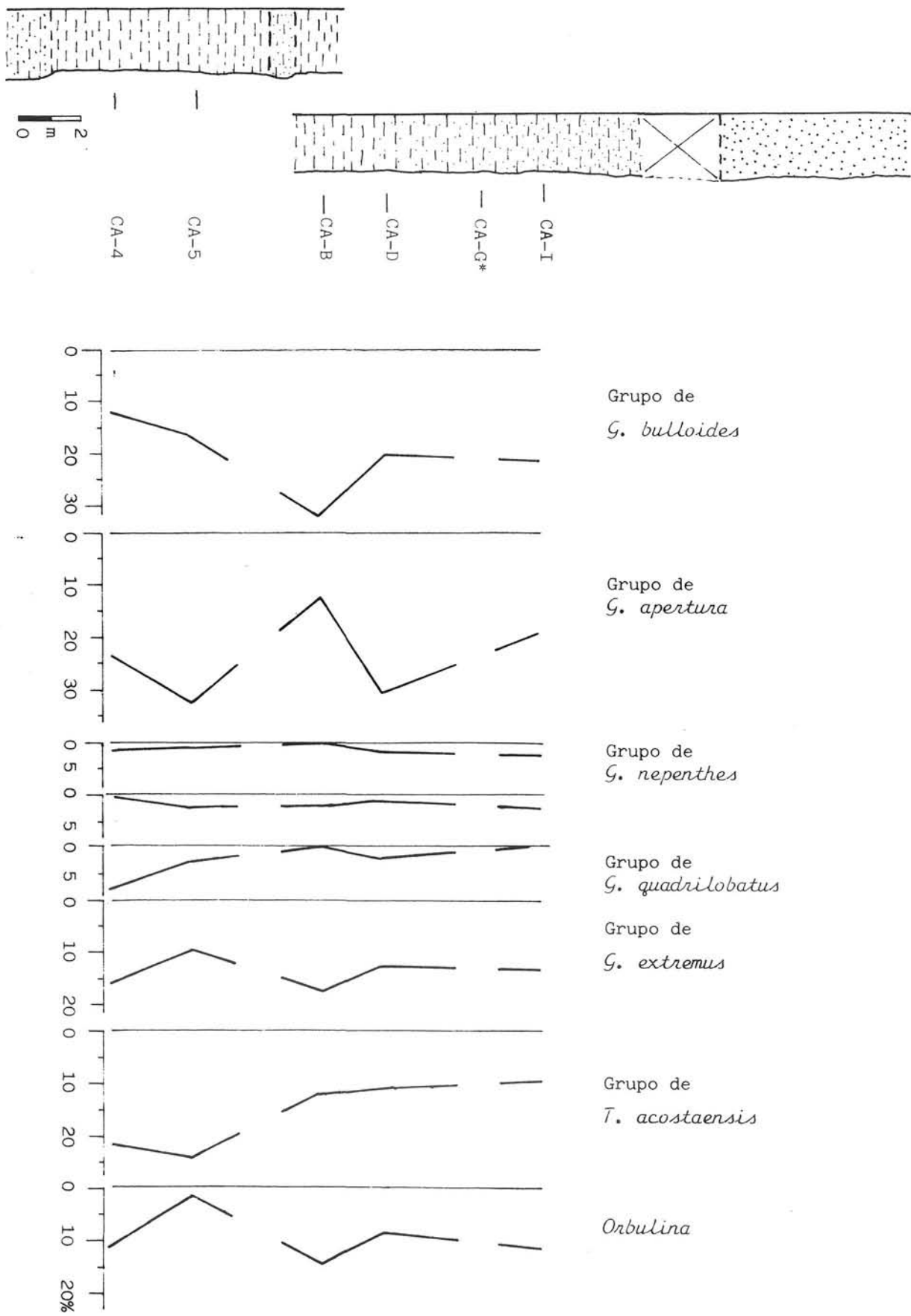


Figura 18. Sección de Castilleja del Campo. Abundancia relativa de las diferentes especies de Foraminíferos planctónicos.

Son también representativos los grupos de *G. extremus* y *Orbulina* spp., mientras que el grupo de *G. quadrilobatus* es escaso.

3.10. Sección de Sanlúcar la Mayor

En esta localidad se encuentra el contacto entre las arcillas gris-azuladas de la unidad 2, que afloran al norte de la misma, y las arenas limosas de la unidad 3 al sur.

Esta sección se obtuvo inmediatamente al suroeste de Sanlúcar la Mayor, siguiendo un profundo barranco por el que discurre el arroyo de las Carianas que desemboca en el río Guadiamar. Como a 1 Km. de dicha localidad, se encuentra una cantera donde se muestrearon los diferentes niveles.

En la mitad inferior de la sección aparecen niveles arcillosos de color fuertemente azulado y de unos 12 mts. de potencia, entre los que se intercalan varias capas de arenas finas mediante contactos muy netos. Estas son de color amarillento y presentan en algunos casos laminación paralela; concretamente hemos diferenciado 5 capas de arenas.

Por encima de estos niveles se observa un cambio de tonalidad, pasando de las arcillas azules a unas arcillas amarillentas, que se enriquecen gradualmente en limo y arena fina y que alcanzan 14 mts. de espesor. Por último en la parte más alta de la sección aparece un paquete de arenas finas amarillentas, a veces ligeramente compactadas, y en cuyo interior pueden diferenciarse algunos bancos separados por superficies de estratificación. No se observa macrofauna. No obstante, debemos tener en cuenta que la unidad de arenas finas en aquella zona puede alcanzar bastante potencia, habiendo sido muestreada únicamente la parte baja (unos 10 mts.).

El porcentaje de carbonato se mantiene bastante constante en toda la sección, entre el 30 y el 40%, disminuyendo ligeramente en el tramo arenoso. En esta sección es en la que se alcanzan los valores más altos de todos los estudiados. La proporción de arena es relativamente baja en las arcillas azules, prescindiendo de las capas arenosas, oscila entre el 5 y el 20%, aumenta hasta un 30 o 40% en los limos arenoso-amarillentos (niveles SL-12 a SL-16) y se aproxima al 70% en las tres muestras superiores.

Comentario sobre la microfauna

Los Foraminíferos bentónicos predominan sobre los planctónicos en toda la sección; excepto en los niveles SL-5 y SL-10 donde los Foraminíferos planctónicos suponen casi un 30%, en las demás muestras están próximos al 10%. Las fuertes

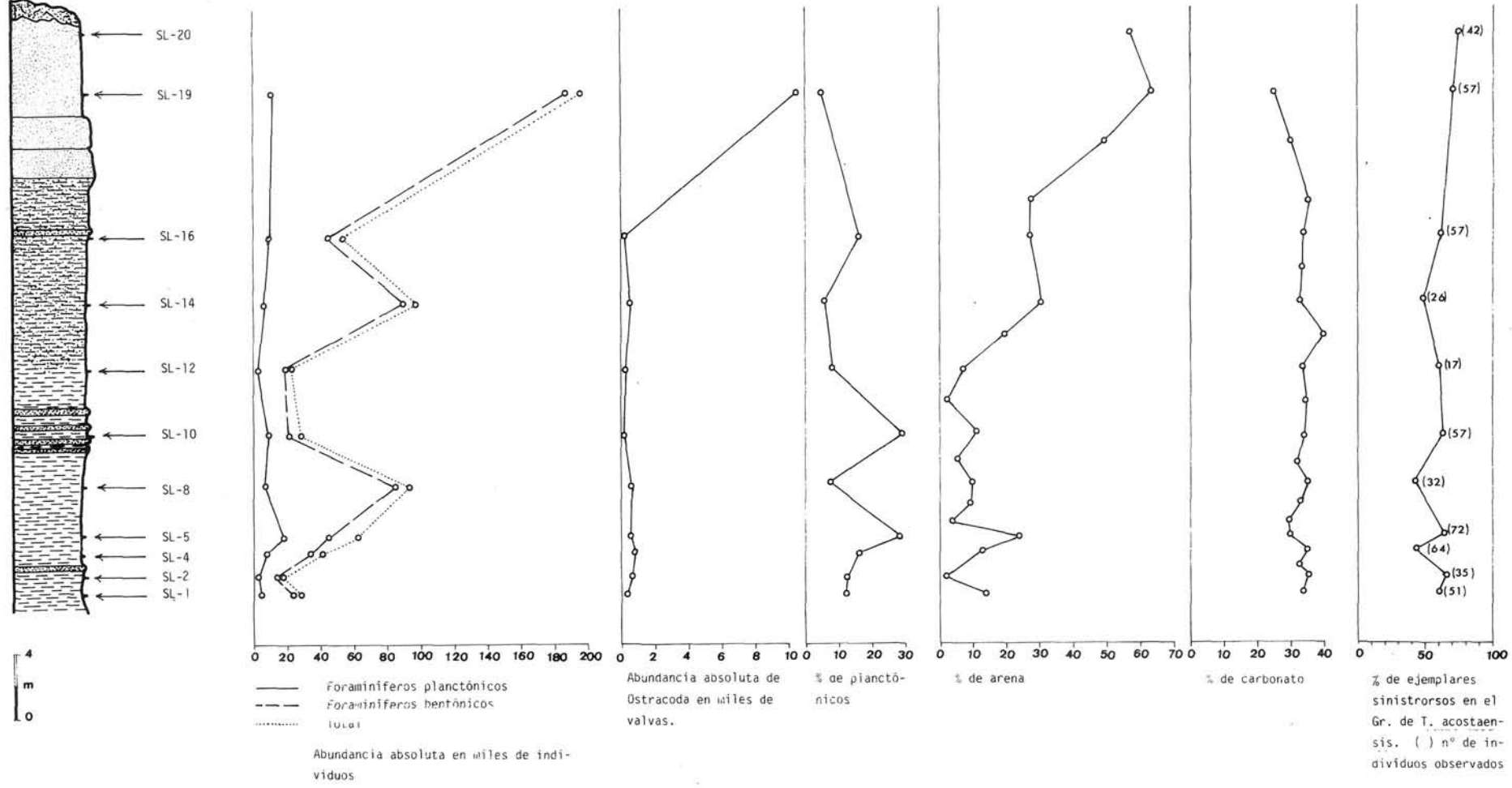


Figura 19. Sección de Sanlúcar la Mayor.

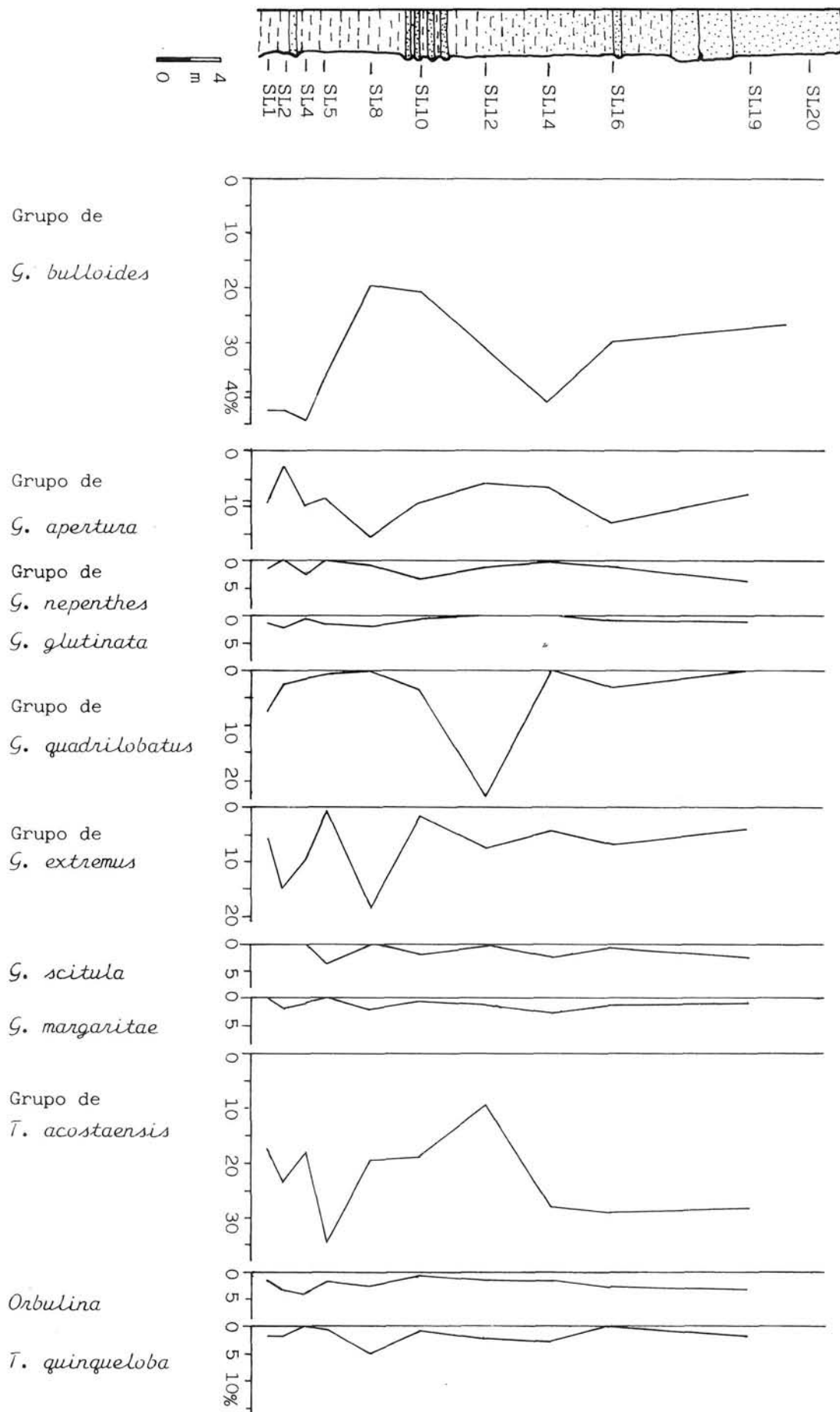


Figura 20. Sección de Sanlúcar la Mayor. Abundancia relativa de las diferentes especies de Foraminíferos planctónicos.

variaciones de la abundancia absoluta están controladas por los Foraminíferos bentónicos, puesto que los planctónicos se mantienen con valores bastante constantes (entre 5 y 20.000 individuos) en toda la sección.

Aparecen constantemente en toda la sección, *G. miotumida* junto a *G. margaritae*, ambas con enrollamiento sinistrorso; están acompañadas también por *G. ventriosa* y otras Globorotalias del grupo. En cualquier caso, todas ellas son muy escasas. La presencia de estas Globorotalias junto a *G. margaritae* puede ser explicada de dos formas: bien porque son niveles más antiguos que los de la sección de Niebla o Huelva, localizadas en la parte occidental, bien porque existe una fuerte resedimentación (véase discusión sobre la sección de Castilleja del Campo).

Por otra parte el grupo de *T. acostaensis* presenta enrollamiento variable, si bien, en general, el porcentaje de ejemplares sinistrorsos se mantiene por encima del 50%, en lo que contrasta también con las secciones pliocenas de la parte occidental.

Los grupos dominantes en toda la sección son el de *G. bulloides* y el de *T. acostaensis*, por el contrario, el grupo de *G. apertura* es más escaso. El grupo de *G. extremus* aparece constantemente a través de toda la sección, sin embargo, el de *G. quadrilobatus* únicamente es abundante en el nivel SL-12.

La diversidad es baja y, en líneas generales, el estado de conservación de los ejemplares es malo.

4. BIOESTRATIGRAFIA

De acuerdo con la distribución de la microfauna, y particularmente con los cambios en la asociación de Globorotalias carenadas, hemos establecido una escala bioestratigráfica, que parcialmente coincide con otras definidas con anterioridad, si bien los límites entre las diferentes biozonas y la caracterización de las mismas se ha llevado a cabo de acuerdo con criterios locales. Más adelante nos centraremos, no obstante, en los problemas de correlación con otras biozonaciones.

En el Neógeno de la región estudiada hemos diferenciado 4 biozonas de Foraminíferos planctónicos, que describimos a continuación.

Biozona de *Turborotalia humerosa*

Esta zona se define como una zona de intervalo que se extiende desde el biohorizonte de primera aparición (BPA) de *Turborotalia humerosa* hasta el horizonte de sustitución masiva del grupo de "*G. menardii*" por el grupo de *G. miotumida*, horizonte que como veremos más adelante, suponemos puede ser correlacionado con el BPA de *G. conomiozea* en el dominio Mediterráneo.

El límite inferior de la biozona no ha sido reconocido en la región estudiada puesto que el marcador zonal aparece ya desde el comienzo de las series, no obstante, su presencia en el tramo basal ha sido puesta de manifiesto únicamente en el nivel de arenas glauconíticas de la sección de Gibraleón, mientras que en los niveles calcareníticos no ha sido encontrada, si bien los datos de que disponemos son muy escasos.

En la región estudiada se caracteriza esta biozona por una gran abundancia de Globorotalias carenadas del grupo de "*G. menardii*" constituido por *Globorotalia cultrata* s.l., *Globorotalia merotumida* y *Globorotalia plesiotumida*, todas ellas con enrollamiento dextrorso, si bien en áreas próximas se observa un cambio en el grupo de sinistrorso a dextrorso dentro de esta biozona. El límite superior de la zona coincide con la brusca desaparición de estas especies y su sustitución por *G. miotumida*, especie muy abundante en la biozona siguiente y con un enrollamiento preferentemente sinistrorso. *G. conomiozea* que es una especie rara en las secciones estudiadas, se encuentra de forma más constante a partir de este nivel, aunque se han encontrado algunos ejemplares por debajo del mismo.

Debemos tener en cuenta que el límite ha sido definido por una sustitución lo que no implica una verdadera extinción del grupo de "*G. menardii*", que si bien en la región no se ha encontrado por encima de este nivel, no ocurre lo mismo en otras regiones próximas, donde ha sido señalada su presencia en niveles más modernos.

El grupo de *Turborotalia acostaensis*, muy bien representado en esta biozona, presenta un enrollamiento siempre sinistrorso.

En cuanto al grupo de *G. scitula*, esta especie y *G. ventriosa* son las más frecuentes en las secciones de Gibraleón y Beas. Sin embargo, en el área de Paterna, concretamente en la muestra PT-BR.2 el grupo aparece claramente dominado por *G. suterae*.

Biozona de *Globorotalia miotumida*

El límite inferior de esta biozona corresponde al cambio en las Globorotalias carenadas que acabamos de definir. Se caracteriza por una gran abundancia, en gran parte de la misma, de *G. miotumida* y ausencia del grupo de "*G. menardii*". Son frecuentes también los ejemplares intermedios entre esta especie y *G. conomiozea*. El límite superior viene definido por la primera aparición de *Globorotalia margaritae* s.s. (ejemplares con una carena bien desarrollada en todas las cámaras, fuerte convexidad dorsal y enrollamiento sinistrorso).

Hacia el techo de la biozona tiene lugar un cambio en el sentido de enrollamiento de las formas del grupo de *Turborotalia acostaensis* de sinistrorso a dextrorso. Este cambio se puede observar en la sección de Trigueros (Ver Fig. 11).

Dede la base de la biozona, e incluso en la biozona anterior aparecen ejemplares que hemos determinado como *Globorotalia* cf. *margaritae*, intermedios entre *G. scitula* y *G. margaritae*, ejemplares que son preferentemente dextrorsos.

Biozona de *Globorotalia margaritae*

El límite inferior de la biozona se define por la primera aparición de *G. margaritae* s.s. y el superior por el BPA de *G. puncticulata*.

La parte basal de esta biozona no ha podido ser observada en ninguna de las secciones, puesto que este tramo se encuentra generalmente recubierto por formaciones más recientes, como ya hemos discutido anteriormente.

Se caracteriza la biozona por la escasez de *Globorotalias* carenadas, debido posiblemente a una menor profundidad de la cuenca. *G. margaritae* es el único representante del grupo en general, si bien en algunos niveles aparece también *G. miotumida*, aunque muy esporádicamente.

El grupo de *T. acostaensis* presenta un enrollamiento variable, pero en general predominan los ejemplares dextrorsos.

Biozona de *Globorotalia puncticulata*

Esta zona se caracteriza por la presencia de esta especie junto a *G. margaritae*. El límite inferior se sitúa en la primera aparición del marcador zonal y el superior se localizaría en la primera aparición de *G. crassaformis*, horizonte que no ha sido encontrado en la región estudiada.

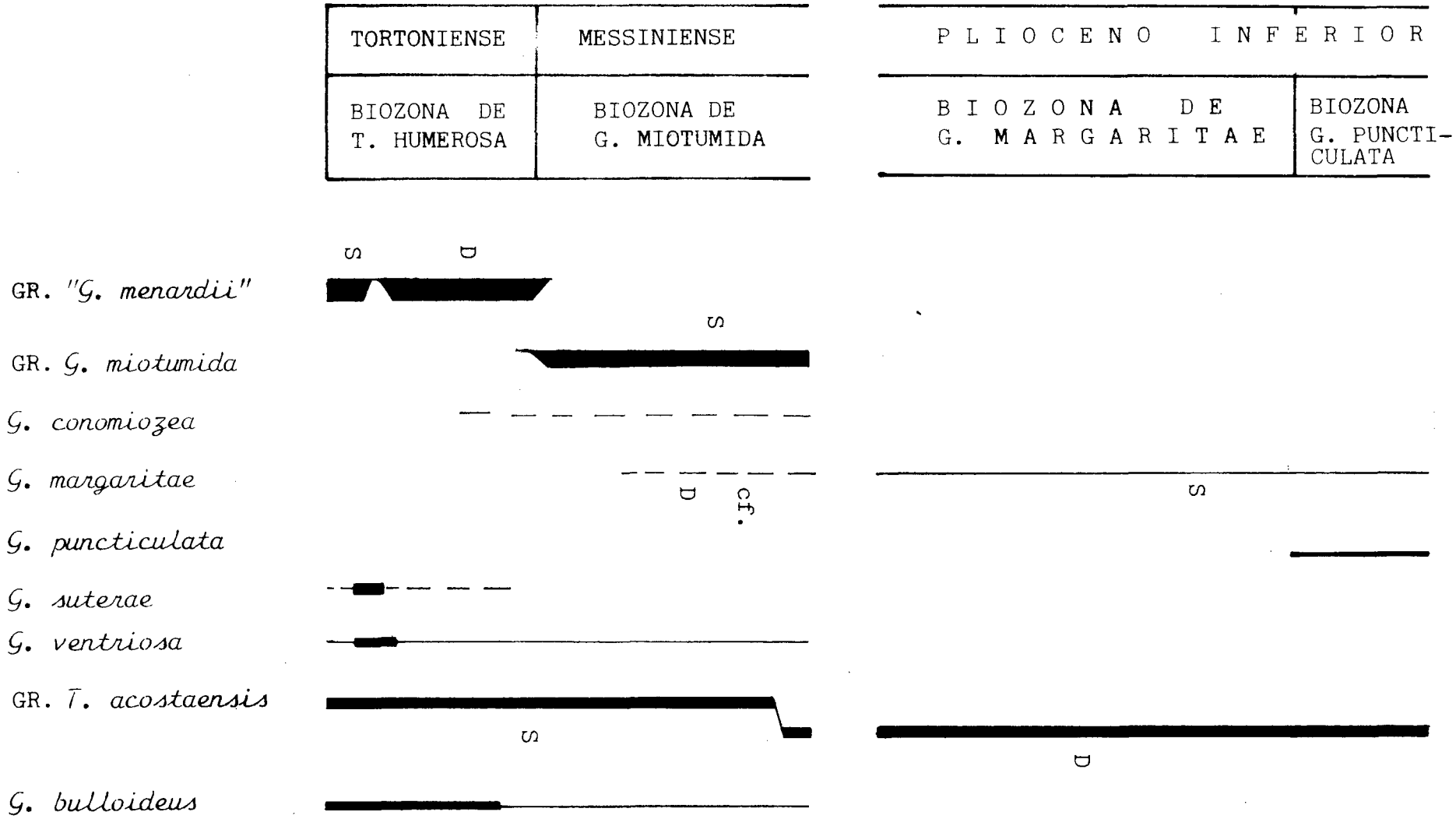
4.1. Correlación con otras biozonaciones

Biozonación de Bolli (1966)

La zona de *Globorotalia dutertrei* de este autor es equivalente, al menos parcialmente, a nuestras biozonas de *T. humerosa* y de *G. miotumida*. Dicha zona fue definida por BOLLI (op. cit.) desde el BPA del marcador zonal hasta la primera aparición de *G. margaritae*. En el concepto de *G. dutertrei* BOLLI (op. cit.) incluye *T. humerosa*, especie que está presente desde la base de las secciones estudiadas y que es el verdadero marcador zonal, puesto que *G. dutertrei* s.s. es una forma más evolucionada, derivada de la anterior.

La biozona de *G. margaritae* definida como una acrozona de este taxón por BOLLI (op. cit.), coincide aproximadamente con nuestras biozonas de *G. margaritae* y *G. puncticulata*. Si suponemos que el horizonte de aparición de *G. margaritae* es isócrono, el límite entre las zonas de *G. dutertrei* y *G. margaritae* de

Figura 21. Distribución de los taxones más significativos bioestratigráficamente.



TORTONIENSE	MESSINIENSE		PLIOCENO INFERIOR			
BIOZONA DE <i>Globorotalia humerata</i>	BIOZONA DE <i>Globorotalia mediterranea</i>	BIOZONA DE <i>Globorotalia margaritae</i>		BIOZONA DE <i>Globorotalia puncticulata</i>	PROPUESTA EN ESTE TRABAJO	
ZONA N. 17		ZONA N. 18	ZONA N. 19		BLOW (1969)	
ZONA DE <i>Globorotalia dutertrei</i>		ZONA DE <i>Globorotalia margaritae</i>			BULLI (1966)	
		Zona de <i>Sphaeroidin. llopsis</i> spp.	ZONA DE <i>Globorotalia margaritae</i>	ZONA DE <i>Globorotalia margaritae</i> evoluta	CITA (1973-1976)	
ZONA DE <i>G. acuta-taenii</i>	ZONA DE <i>G. commoazea</i>				D'ONOFRIO et al. (1976)	
Subzona de <i>G. dutertrei</i>	Subzona de <i>G. mediterranea</i>	Subzona de <i>G. multiloba</i>				
ZONA DE <i>G. merotumida</i>	ZONA DE <i>G. mediterranea</i>	ZONA ATIPICA	Zona de <i>Sphaeroidin. llopsis</i> spp.	ZONA DE <i>G. margaritae</i>	ZONA DE <i>G. puncticulata</i>	BORSETTI et al. (1979)
ZONA DE <i>G. acuta-taenii</i>	ZONA DE <i>G. mediterranea</i>		ZONA DE <i>G. margaritae</i> "forma mediterranea"	No definida		SERRANO (1979)
Subzona de <i>G. dutertrei</i>	Subzona de <i>G. mediterranea</i>	Subzona de <i>G. elongata</i>				
ZONA DE <i>G. humerata</i> <i>G. dutertrei</i>	ZONA DE <i>G. mediterranea</i>	<i>G. commoazea</i>	ZONA DE <i>G. margaritae</i>	ZONA DE <i>G. puncticulata</i>	MONENAT et al. (1976)	
ZONA DE <i>Globigerina acuta-taenii</i>	ZONA DE <i>Globorotalia commoazea</i>		ZONA DE <i>G. margaritae</i>	ZONA DE <i>G. puncticulata</i>	ZACHARIASSE (1975)	
ZONA DE <i>G. mucronica</i>	ZONA DE <i>G. doli</i> <i>G. dutertrei</i>	ZONA DE	ZONA DE <i>G. margaritae</i>	ZONA DE <i>G. puncticulata</i>	FENBERG & LORENZ (1970-1972)	
ZONA DE <i>Sphaeroidin. llopsis</i> <i>sublebensis</i> <i>paucilebensis</i>		ZONA DE	ZONA DE <i>G. neperthes</i>	ZONA DE <i>G. margaritae</i> <i>G. puncticulata</i>	SALVATORINI & CITA (1979)	
ZONA DE <i>G. dutertrei</i>		ZONA DE	ZONA DE <i>G. margaritae</i>	ZONA DE <i>G. puncticulata</i>	WERNLI (1977-1978-1979)	
Subzona de <i>G. dutertrei</i> <i>G. humerata</i>	Subzona de <i>G. primitiva</i>	Subzona de <i>G. margaritae margaritae</i>	Subzona de <i>G. margaritae evoluta</i>			
Asociación <i>G. acuta-taenii</i> <i>G. humerata</i>	Asociación <i>G. commoazea</i> <i>G. mediterranea</i>	ZONA DE <i>Globigerina</i> spp.	NO DEFINIDA		MANUPUTTI (1977)	
Asociaciones n°s 8, 9 y 10	ZONAS NO DEFINIDAS				TJSALSMA (1971)	

Figura 22. Correlación con otras biozonaciones

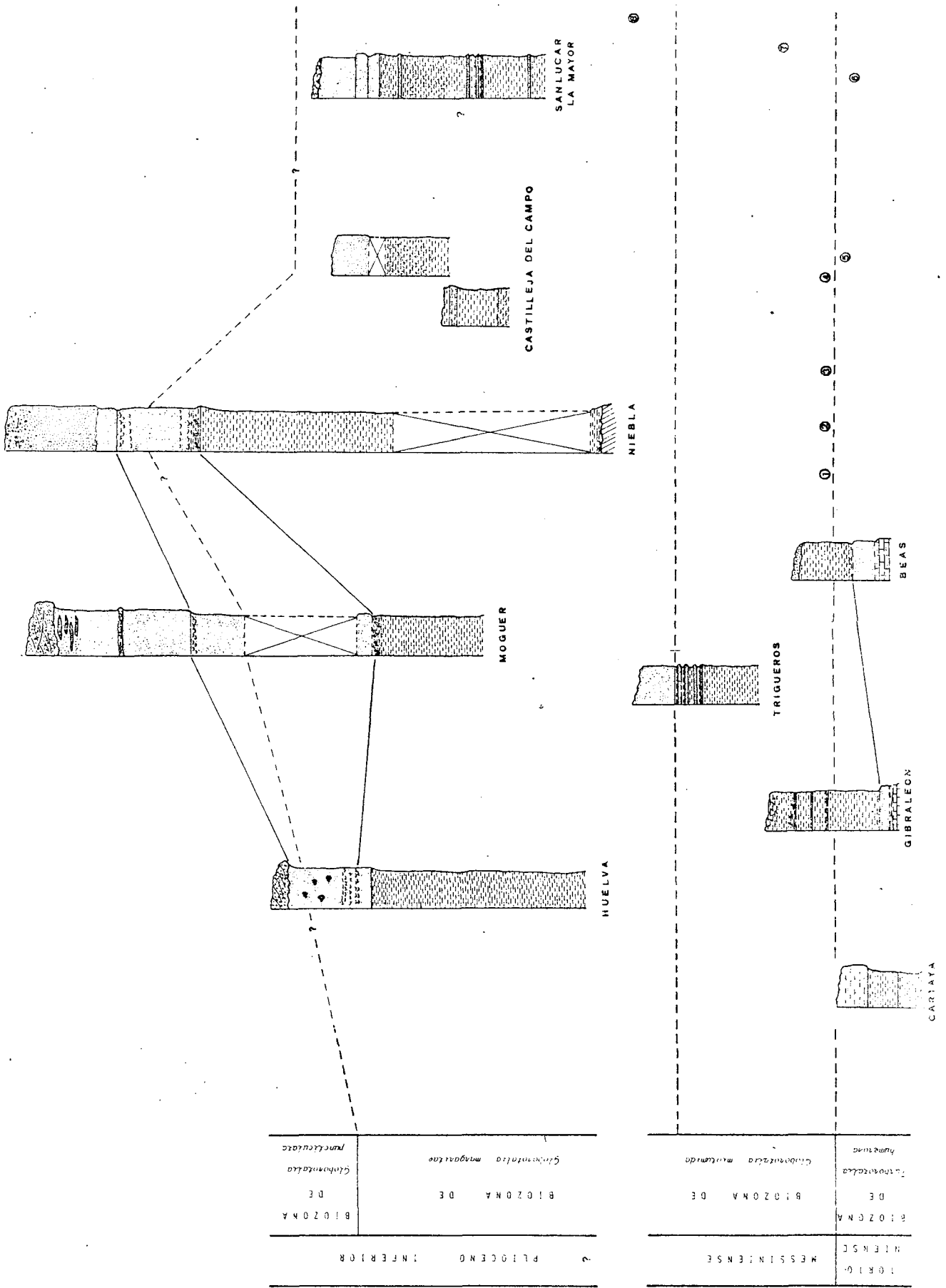


Figura 23. Situación de las diferentes secciones en relación con la escala bioestratigráfica propuesta.

BOLLI es equivalente al límite entre las biozonas de *G. miotumida* y *G. margaritae* tal y como han sido definidas en este trabajo. Por otra parte debemos tener en cuenta que el horizonte de extinción de *G. margaritae* aproximadamente coincide con el BPA de *G. crassaformis* s.l.

Biozonación de BLOW (1969)

Nuestra biozona de *Turborotalia humerosa* puede ser correlacionada con la zona N. 17 de BLOW (1969). La presencia de *G. plesiotumida* desde los niveles calcareníticos así lo confirma. *T. humerosa* deriva según BLOW (op. cit.) de *T. acos-taensis* en la última parte de la zona N. 16, inmediatamente antes del BPA de *G. plesiotumida*. Su presencia por tanto desde los niveles basales en la región estudiada corrobora esta correlación.

Del mismo modo la zona de *G. miotumida* tal y como ha sido definida en este trabajo equivale probablemente a la última parte de dicha zona.

Según BLOW (op. cit.) en la zona N. 17 aparecen *G. conglobatus conglobatus*, *G. crassula conomiozea*, *Turborotalia quinqueloba*, etc., especies presentes en las zonas antes mencionadas, especialmente la última que es muy abundante.

El límite entre las zonas N.17 y N.18 de BLOW definido por el BPA de *G. tumida*, no puede ser reconocido puesto que este taxón no se encuentra en la región estudiada. Tampoco se encuentra *Sphaeroidinellopsis subdehiscens paenedehiscens*, que según BLOW aparece al final de la zona N.17. Este taxón es utilizado, sin embargo, por SALVATORINI & CITA (1979) para definir la biozona que lleva su nombre en el DSDP site 397 de Cabo Bojador. En este punto el BPA de dicha especie es inmediatamente posterior al BPA de *G. plesiotumida*. En Marruecos BOSSIO *et al.* (1976) señalan también la presencia de *S. subdehiscens paenedehiscens* desde la base de la serie.

El techo de la zona N.18 fue definido con el horizonte de aparición de *Sphaeroidinella dehiscens dehiscens*, especie que tampoco aparece en la región, lo que no nos permite caracterizar con exactitud las zonas N.18 y N.19. La zona N.18 de BLOW, no obstante, es de muy corta duración, según se ha puesto de manifiesto por los estudios de paleomagnetismo, comprendiendo un intervalo en el que generalmente se sitúa el límite Mioceno/Plioceno. Por este motivo la zona N.18 se ha hecho coincidir con la parte basal de la zona de *G. margaritae*.

SALVATORINI & CITA (op. cit.) sitúan dicha zona en la parte inferior de su zona de *Globigerina nepenthes* (= biozona de *G. margaritae* de este trabajo).

Por último consideramos que la última parte de la unidad 2 y toda la unidad 3, o lo que es lo mismo la mitad superior de la biozona de *G. margaritae* y toda la biozona de *G. puncticulata* son equivalentes a la zona N.19 de BLOW. En ningún momento parece alcanzarse la zona N.20, cuya base ha sido definida por la

extinción de diferentes especies de *Sphaeroidinellopsis*, horizonte que ha sido utilizado también en el dominio Mediterráneo.

En conclusión, suponemos que el Neógeno marino de la región puede correlacionarse con las zonas N.17 (parte), N.18 y N.19 (parte) de BLOW.

Biozonación de CITA (1973-1976)

Esta biozonación fue propuesta por este autor para el Plioceno Mediterráneo. La primera zona se corresponde con el Acmé de *Sphaeroidinellopsis*, que no ha sido encontrado en el área estudiada.

El BPA de *G. margaritae margaritae*, como ya hemos discutido anteriormente, es diacrónico en el Atlántico y en el Mediterráneo por lo que no nos sirve en la correlación.

En cualquier caso, la zona Acmé de *Sphaeroidinellopsis* y la zona de *G. margaritae margaritae* pueden ser correlacionadas con la mayor parte de nuestra biozona de *G. margaritae*, si excluimos la parte inferior de la misma.

El BPA de *G. puncticulata* y el de *G. margaritae evoluta*, que tienen lugar, según CITA (1976), al mismo tiempo entre los eventos C₁ y B de la Epoca Gilbert, definen la base de la zona de *G. margaritae evoluta* que equivale aproximadamente a nuestra zona de *G. puncticulata*. En la región estudiada el BPA de este taxón ha sido reconocido hacia la mitad de la unidad 3 en la sección de Moguer.

Pensamos que el techo de la unidad 3, al menos en el área próxima a Huelva, coincide aproximadamente con el horizonte de extinción de *G. margaritae*. En este sentido, recordemos que en la sección de Huelva, dicha especie es frecuente en el nivel HV-7 situado a pocos mts. del techo con ejemplares muy bien conservados. Junto a ella aparece también *Globigerina nepenthes*, especie cuyo BUA (biohorizonte de última aparición) es anterior al de *G. margaritae*. Esta última especie se encontró también en el nivel más alto de la sección de Niebla; no obstante, se trata de un solo ejemplar y en mal estado de conservación, por lo que no podemos descartar una posible resedimentación. En la sección de Moguer, por el contrario, no se encuentran ejemplares de esta especie en los niveles superiores de la unidad 3.

En cualquier caso los datos de que disponemos deben ser tomados con reserva, dadas las características litológicas de la unidad 3 con escaso contenido en Foraminíferos planctónicos y donde son muy frecuentes las formas resedimentadas.

CITA (1973), aunque cuestiona la validez del BPA de *G. crassaformis* s.l. como horizonte bioestratigráfico válido, sin embargo lo correlaciona con el horizonte de extinción de *G. margaritae*, al menos en algunas áreas. En las secciones estudiadas no se han encontrado ejemplares típicos del grupo de *G. crassaformis* por lo que pensamos que no se llega a alcanzar en ningún caso dicho horizonte.

Biozonación de D'ONOFRIO et al. (1976)

La zona de *T. humerosa* tal y como ha sido definida en este trabajo puede correlacionarse con la parte superior de la zona de *G. acostaensis acostaensis*, concretamente con la subzona de *G. obliquus extremus* (parte) y con la subzona de *Globorotalia suterae*. Recordemos que D'ONOFRIO et al. (1976) sitúan la primera aparición de *T. humerosa* y de *G. plesiotumida* en la subzona de *G. obliquus extremus*. Si tenemos en cuenta que la parte inferior de la zona de *T. humerosa* puede no estar representada en la región estudiada, podemos correlacionar la parte basal de nuestras series con la subzona de *G. suterae* de D'ONOFRIO et al. (op. cit.). Dicha subzona fue definida por estos autores desde el BPA del marcador zonal hasta el BPA de *G. conomiozea*, y se caracteriza en el Mioceno italiano por la extraordinaria abundancia de *G. suterae* y *G. exserta*. En el área estudiada *G. suterae* se encuentra abundantemente tan sólo en una muestra aislada, mientras que la segunda no aparece, por lo que no puede ser establecido con precisión el límite entre ambas subzonas, si bien la presencia de *G. suterae* desde los niveles basales de arcillas nos sugiere que al menos la parte basal de la unidad 2 pertenece ya a esta subzona.

El BPA de *G. conomiozea* constituye para D'ONOFRIO et al. (op. cit.) el límite entre las zonas de *G. acostaensis acostaensis* y *G. conomiozea*. Como ya hemos visto anteriormente, este horizonte es difícil de establecer en la región, por lo que debemos buscar otros datos para la correlación. En este sentido D'ONOFRIO et al. (1976) señalan la presencia abundante en la parte inferior de la subzona de *G. suterae* de Globorotalias carenadas del grupo de *G. cultrata* que disminuyen gradualmente hacia el techo, especies que como ya hemos visto son muy frecuentes en nuestra zona de *T. humerosa*.

El límite entre la citada subzona y la zona de *G. conomiozea* supone para D'ONOFRIO et al. (op. cit.) un importante cambio microfaunístico, marcado especialmente por la aparición de taxones nuevos como son *G. conomiozea*, *G. mediterranea*, *G. saphoe*, y formas similares a *G. miozea sphericomiozea*.

En la parte baja de la zona de *G. conomiozea* estos autores citan la presencia de ricas poblaciones de *G. miotumida*, no indicando nada sobre el grupo de *G. cultrata*.

Según los datos anteriores parece deducirse que en el Mioceno italiano, coincidiendo con un cambio microfaunístico importante que se manifiesta especialmente por la aparición de *G. conomiozea* y otras formas relacionadas con ella, tiene lugar una sustitución en relación con el total de las Globorotalias carenadas, de tal forma que desaparece el grupo de *G. cultrata*, ocupando su lugar el grupo de *G. miotumida-G. conomiozea*.

En definitiva pensamos que este cambio microfaunístico es equivalente al encontrado por nosotros en el horizonte de sustitución del Grupo de "*G. menar-*

dii” por el grupo de *G. miotumida*, horizonte que hemos utilizado para definir el límite entre las zonas de *T. humerosa* y *G. miotumida*.

Otras especies frecuentes también en la subzona de *G. suteræ* en el Mioceno italiano son *T. acostaensis*, *T. humerosa*, *G. bulloides*, *G. decoraperta*, *G. obliquus*, *G. extremus*, *G. bollii*, *G. gr. quadrilobatus*, *G. bulloideus*, *Orbulina* spp., especies abundantes también en el mismo intervalo del área estudiada.

La subzona de *G. mediterranea* (zona de *G. conomiozea*) de D’ONOFRIO *et al.* (op. cit.) puede ser correlacionada con la mayor parte de nuestra biozona de *G. miotumida*, coincidiendo el techo de dicha subzona aproximadamente con el cambio de enrollamiento en el grupo de *T. acostaensis*, cambio que según diversos autores tiene lugar en el Mediterráneo debajo de los depósitos evaporíticos, al mismo tiempo que se produce un empobrecimiento general en la microfauna.

Este enrarecimiento de la microfauna es la característica general de la subzona de *Globigerina multiloba* cuya base fue definida mediante el BPA del marcado zonal, horizonte que consideramos diacrónico, puesto que dicho taxón se encuentra en nuestra región en la zona de *T. humerosa*. Debemos observar, no obstante, que el único ejemplar hallado lo fue en la fracción de 62-149 micras, por lo que puede pasar fácilmente desapercibido.

Aproximadamente esta subzona puede correlacionarse con el intervalo comprendido entre el cambio de enrollamiento en el grupo de *T. acostaensis* y la parte basal de la zona de *G. margaritæ*.

Biozonación de BORSETTI et al. (1979)

Lo mismo que la anterior, esta biozonación fue propuesta por los autores arriba citados para el dominio Mediterráneo.

La correlación con esta biozonación resulta difícil por la ausencia de horizontes bioestratigráficos equiparables, por lo que debemos basarnos en datos de terceros para establecer las equivalencias.

En nuestra opinión, la zona de *G. merotumida* de BORSETTI *et al.* (1979) puede correlacionarse, al menos parcialmente, con nuestra zona de *T. humerosa*. El límite superior de dicha zona se corresponde según estos autores con el BPA de *G. conomiozea*, horizonte que según hemos visto en la biozonación anterior y de acuerdo con referencias de otros autores que discutiremos más adelante, coincide con el límite entre las zonas de *T. humerosa* y *G. miotumida* tal y como ha sido definido en este trabajo.

Puesto que el término “*G. merotumida*” de BORSETTI *et al.* (op. cit.) es provisional, siendo posiblemente diferente de la especie de BLOW & BANNER no podemos utilizar este taxón en las correlaciones, sin embargo la presencia en dicha

zona de *G. obliquus extremus*, *G. dutertrei* y *G. humerosa*, nos sugiere que nuestra zona de *T. humerosa* puede ser correlacionada con la mayor parte de la misma.

La zona de *G. mediterranea* y/o *G. conomiozea* es equivalente a la mayor parte de nuestra zona de *G. miotumida*, desde su base hasta el horizonte de cambio en el sentido de enrollamiento del grupo de *T. acostaensis*, mientras que el intervalo comprendido entre este horizonte y el final de la biozona así como la parte basal de la biozona de *G. margaritae* debemos hacerlo coincidir con la zona atípica. Debemos observar que la primera aparición de *Globigerinoides elongatus* que define para estos autores el límite entre la zona atípica y la zona de *Sphaeroidinellopsis* spp., se encuentra en las secciones estudiadas desde la zona de *T. humerosa*. Más adelante discutiremos este punto.

Las zonas de *Sphaeroidinellopsis* spp. y de *G. margaritae* equivalen a la mayor parte de nuestra zona de *G. margaritae*, si exceptuamos la parte basal.

Por último las zonas de *G. puncticulata* de BORSETTI *et al.* (op. cit.) y la nuestra son correlacionables, puesto que se han utilizado en su definición los mismos marcadores zonales.

Biozonación de SERRANO (1979)

De acuerdo con la definición de las biozonas, nuestra zona de *T. humerosa* equivale probablemente a la zona de *T. acostaensis* (subzona de *T. humerosa* y subzona de *G. suteræ*). No obstante pensamos que el intervalo de la zona de *T. humerosa* representado en la región estudiada se corresponde íntegramente con la subzona de *G. suteræ* de SERRANO (op. cit.).

Del mismo modo que en la biozonación de D'ONOFRIO *et al.* (1976), el límite entre las zonas de *T. acostaensis* y *G. mediterranea* fue definido con la primera aparición de este taxón, horizonte que ha sido correlacionado con el de sustitución del grupo de "*G. menardii*" por el de *G. miotumida*.

La subzona de *G. mediterranea* (zona del mismo nombre) equivale a la mayor parte de nuestra zona de *G. miotumida*, desde su base hasta aproximadamente el cambio en el sentido de enrollamiento del grupo de *T. acostaensis*, horizonte que probablemente puede ser correlacionado con el BPA de *G. elongatus* en el área Mediterránea. Recordemos de nuevo que esta especie aparece en las secciones estudiadas desde la zona de *T. humerosa*. En el capítulo de cronoestratigrafía discutiremos los problemas planteados en relación con la distribución de *G. elongatus* en los dominios Atlántico y Mediterráneo.

En nuestra opinión la subzona de *G. elongatus* (zona de *G. mediterranea*) es correlacionable con la última parte de nuestra zona de *G. miotumida*, intervalo comprendido entre el cambio en el sentido de enrollamiento del grupo de *T. acostaensis* y el final de la biozona y con la parte basal de la zona de *G. margari-*

tae. En esta subzona tiene lugar un empobrecimiento general de la fauna en el Mediterráneo que coincide con la crisis de salinidad. El techo de esta subzona constituye para SERRANO (1979) el límite Mioceno-Plioceno y la base de la zona de *G. margaritae* "forma *mediterránea*" coincide con la mayor parte de nuestra biozona de *G. margaritae*, exceptuando la parte basal de la misma.

5. CORRELACION CON OTRAS AREAS DEL DOMINIO ATLANTICO

5.1. *Area de Marruecos*

Son muchos los estudios de carácter estratigráfico y micropaleontológico llevados a cabo en el vecino país marroquí; nos centraremos, no obstante, en el denominado Neógeno «post manto» de la depresión Sur-Rifeña, cuenca que sigue una disposición paralela a la cuenca del Guadalquivir al otro lado del sistema Bético-Rifeño. De acuerdo con CHOUBERT et al. (1964) y con los autores que citamos más abajo, podemos observar que existe una gran similitud entre ambas cuencas desde el punto de vista estratigráfico. Los estudios micropaleontológicos que nos van a servir para la correlación se centran principalmente en el extremo occidental de la cuenca Sur-Rifeña, concretamente en el área de Rabat. En esta región, directamente en contacto con el zócalo de la Meseta marroquí, aparece la denominada molasa de base, que es aproximadamente equivalente a nuestra unidad 1; en ella es frecuente encontrar un conglomerado de base, un tramo calcarenítico y capas de arenas glauconíticas. Sobre la molasa de base se apoya una potente serie arcillosa que puede alcanzar hasta 2.000 mts. hacia el interior de la cuenca y termina la sedimentación marina con un tramo de arenas arcilloso-calcáreas muy similar a nuestra unidad 3, presentando también abundantes niveles de macrofauna. En este sentido, son conocidos los yacimientos de Dar-Bel-Hamri, La Rambla Arjet y Aín el Orma.

El primer estudio importante en relación con los Foraminíferos planctónicos se debe a FEINBERG & LORENZ (1970). Estos autores encuentran en los valles del Bou-Regreg una sedimentación marina continua desde el Mioceno terminal hasta el Plioceno, que dividen en 6 biozonas. La correlación entre estas biozonas y las definidas por nosotros aparece en el cuadro de la fig. 24.

En la serie margosa, FEINBERG & LORENZ (op. cit.) observan varios cambios microfaunísticos importantes; el principal de ellos, que tiene lugar a pocos mts. de la base, se manifiesta por la desaparición de *G. miocenica* s.l. y de *G. menardii*. Debemos tener en cuenta que las formas denominadas por estos auto-

res como *G. miocenica* s.l. no tienen nada que ver con el holotipo de PALMER, sino que están relacionadas con el grupo de *G. merotumida*-*G. plesiotumida*, siguiendo el concepto de CATI et al. (1968). Este horizonte, por tanto, puede ser perfectamente correlacionado con el observado por nosotros en el área estudiada. Así pues, según estos autores los primeros mts. margosos corresponden a la biozona de *G. miocenica* s.l. de CATI et al. (op. cit.) (Tortonense superior), equivalente parcialmente a nuestra biozona de *Turborotalia humerosa*.

La biozona de *G. dali*-*G. dutertrei*, que sucede a la anterior, se caracteriza por la ausencia de formas de *G. menardii* y presencia abundante de *G. dali* (= *G. miotumida* de este trabajo), *G. martinezi*, *G. miroensis*, *Globorotalia* sp. (= ancestrales de *G. margaritae*), etc.; especies, todas ellas, características de la zona de *G. miotumida* en las secciones estudiadas. Un aspecto importante que coincide en ambas regiones es que en este intervalo tiene lugar la evolución desde *G. scitula* a *G. margaritae*. En este sentido, FEINBERG & LORENZ (op. cit.) destacan una línea evolutiva desde *G. martinezi*-*G. miroensis*, especies frecuentes también en el área estudiada por nosotros y que hemos definido como morfotipos de *G. ventriosa* y *G. scitula* respectivamente.

El límite superior de esta biozona, que tiene lugar dentro de la unidad margosa, viene marcado por la aparición masiva de formas típicas de *G. margaritae*, que correlacionan con el límite Mioceno-Plioceno, aspecto en el que no coincidimos.

La biozona de *G. puncticulata* definida por FEINBERG & LORENZ (op. cit.) coincide con la nuestra, sin embargo, la ausencia en la región estudiada de ejemplares típicos de *G. aemiliana* y de *G. crassaformis*, no nos ha permitido definir estas dos biozonas. Hay que tener en cuenta, no obstante, que los niveles en los que debían aparecer estas especies son arenosos y, por tanto, muy pobres en microfauna planctónica. Este dato nos lleva a plantear la siguiente pregunta: ¿Es más moderna la regresión pliocena en la región de Rabat que en el área estudiada por nosotros?.

BOSSIO et al. (1976) estudian 5 secciones en esta misma región, encontrando en el interior de la unidad margoso-limosa una sucesión de eventos bioestratigráficos, que coincide, en líneas generales, con la expuesta por los autores anteriores y con la indicada en este trabajo. En lo que respecta a las *Globorotalias* carenadas del grupo de *G. cultrata* son frecuentes en la base, y como indican estos autores «elles deviennent tout à coup rares et sporadiques». Por otra parte, observan un cambio de enrollamiento de sinistrorso a dextrorso en la parte inferior de la serie, antes de su desaparición. En las secciones estudiadas en este trabajo, no se puede constatar este cambio puesto que todos los ejemplares que encontramos desde la base de la unidad 2 son dextrorsos, si bien los datos de que disponemos en el tramo calcarenítico son tan escasos que no nos permiten afirmar nada en

este sentido. No obstante, en trabajos muy recientes realizados por nosotros en la provincia de Sevilla, concretamente en el estratotipo Andaluciense y en Cantillana se pone de manifiesto un horizonte similar, marcado por el cambio de sinistrorso a dextrorso en el grupo de "*G. menardii*", cambio que se produce prácticamente en la base de la unidad arcillosa y que será objeto de otro trabajo.

G. miotumida, rara, según estos autores, en los niveles inferiores «elle devient tout à coup fréquente, en concomitance avec le soudain appauvrissement de *G. gr. cultrata*». Esta sustitución entre estos dos grupos coincide también con la aparición de *G. conomiozea* y tiene lugar en el área del Bou-Regreg, unos 6 ó 7 mts. por encima de los últimos niveles calcareníticos y glauconíticos. Debemos hacer notar que en la sección de Gibrleón dicho cambio se observa unos 5 mts. por encima del nivel de arenas glauconíticas.

Coincidiendo con la desaparición de *G. miotumida*, tiene lugar el primero de una serie de sucesivos cambios en el sentido de enrollamiento del grupo de *T. acostaensis*, horizonte que puede ser correlacionado con el señalado en este trabajo en el techo de la sección de Trigueros y con el que tiene lugar hacia la mitad del Messiniense en otras áreas del Atlántico y del Mediterráneo.

Para BOSSIO *et al.* (op. cit.) en el intervalo de dominio de *G. miotumida* tiene lugar la evolución hacia *G. margaritae*, a partir del grupo que denominan provisionalmente Grupo de *G. juanai-G. cibaoensis*, equivalente al conocido por FEINBERG & LORENZ (op. cit.) como *G. martinezi-G. miroensis* y al grupo de *G. scitula-G. ventriosa* de este trabajo. En todo este intervalo, estos autores citan la presencia esporádica de *G. cf. margaritae* con enrollamiento dextrorso. Estos mismos ejemplares se pueden observar en el mismo intervalo de las secciones de Beas, Trigueros, Gibrleón y especialmente en la muestra n.º 8 del área de Gerena.

Las formas típicas sinistrorsas de *G. margaritae* aparecen, en la región de Rabat, hacia el final de esta serie de sucesivos cambios en el enrollamiento del grupo de *T. acostaensis*. Para BOSSIO *et al.* (op. cit.) los horizontes de aparición masiva de *G. margaritae* s.s. y de desaparición de *G. miotumida* no coinciden sino que están separados por un pequeño intervalo. Todos estos eventos, aunque no pueden ser constatados de forma rigurosa en la región estudiada, parece que se suceden de forma similar.

WERNLI (1977, 1978, 1979) emprende un nuevo estudio sobre los Foraminíferos planctónicos de la región SE de Rabat y otras áreas de Marruecos, proponiendo una nueva división bioestratigráfica que difiere ligeramente de las anteriores. No vamos a entrar a discutir la biozonación propuesta por este autor, cuya correlación puede verse en la Fig. 24, únicamente nos referiremos al último tramo de sedimentación marina, donde WERNLI diferencia 2 biozonas: biozona de *G. puncticulata* y biozona de *G. crassaformis*. Este autor describe en el área de la Mamora una secuencia regresiva de características similares a las indicadas

en este trabajo, diferenciando 3 tramos: el inferior constituido por arcillas grises, seguido de otro de arcillas arenosas y, por último, arenas verdes glauconíticas. Una diferencia importante entre la provincia de Huelva y la Mamora es que en aquella región la mayor parte del tramo de arcillas arenosas pertenece ya a la biozona de *G. puncticulata*, mientras que *G. crassaformis* aparece en los últimos mts. de arenas, como ya habían señalado FEINBERG & LORENZ (op. cit.).

Curiosamente el contacto entre las arenas verdes glauconíticas y las arcillas arenosas es sorprendentemente similar en ambas zonas, encontrándose en el techo de las arcillas, unos 30 cms. debajo del contacto, gran cantidad de galerías más o menos verticales, rellenas de arenas glauconíticas. Este nivel puede suponer, según WERNLI, una pequeña laguna sedimentaria de escala inferior a la de una zona.

Un último aspecto de interés en la correlación entre ambas regiones, es el de la denominada «dalle moghrebienne» que tanta polémica ha suscitado en dicha región. Este es un nivel transgresivo de aproximadamente 1 mt. de potencia que constituye la base del piso Moghrebense (= Villafranquiense inferior) y que fue datado por WERNLI (1978) como Plioceno medio (= Zona de *G. crassaformis*). Se trata de un nivel endurecido, calcarenítico, constituido generalmente por Moluscos, de carácter litoral que se apoya en unas ocasiones sobre las arenas verdes glauconíticas y en otras sobre las margas grises o sobre las margas arenosas. Nuestra pregunta es la siguiente: ¿Puede ser correlacionada la «dalle moghrebienne» con el nivel transgresivo, abundante en Ostreidos y otros Moluscos, situado en la parte superior de la sección de Moguer?. Recordemos que en este nivel se ha encontrado *G. puncticulata*, y que por la posición estratigráfica que ocupa en relación con la unidad 3 podría ser incluido en la zona de *G. crassaformis*, aunque dicha especie no ha sido encontrada.

Por último, vamos a referirnos a los trabajos de CITA & RYAN (1978), quienes reconocen en el Bou-Regreg 3 horizontes bioestratigráficos ya señalados por los autores anteriores que son el BPA de *G. conomiozea*, el cambio de enrollamiento en el grupo de *T. acostaensis* y el B.P.A. de *G. margaritae* s.s. Estos autores correlacionan el cambio de enrollamiento en *T. acostensis* con el observado en Cabo Bojador, que luego veremos, y con el señalado por varios autores inmediatamente debajo de las evaporitas en el Mediterráneo. Por otra parte, señalan la presencia de una fase regresiva inmediatamente posterior al BPA de *G. margaritae* que correlacionan con la última parte de la deposición evaporítica en el Mediterráneo.

5.2. Sondeos oceánicos (D.S.D.P.)

Uno de los sondeos en el que aparece una serie terciaria más completa es el D.S.D.P. site 397, estudiado por SALVATORINI & CITA (1979) y por MAZZEI et al. (1979) en cuanto a los Foraminíferos planctónicos y Nanoplancton calcáreo respectivamente. Dicho sondeo se sitúa en el Atlántico Norte, en las proximidades de Cabo Bojador y en él se han definido 3 biozonas para el intervalo Mioceno superior-Plioceno inferior. La zona de *Sphaeroidinellopsis seminulina paenedehiscens* equivale parcialmente a nuestras zonas de *T. humerosa* y de *G. miotumida*. Es importante observar que SALVATORINI & CITA (op. cit.) destacan, dentro de esta biozona, un intervalo en el que es particularmente frecuente *G. miotumida*, intervalo que coincide prácticamente con la dispersión de dicho taxón en este sondeo y cuya base sitúan ligeramente por debajo del límite Tortoniense-Messiniense. Posiblemente este intervalo puede ser correlacionado con el encontrado por nosotros en las provincias de Sevilla y Huelva.

Otro horizonte que puede ser correlacionable entre ambas regiones es el que viene marcado por el cambio en el sentido de enrollamiento del grupo de *T. acos-taensis* de sinistrorso a dextrorso, equivalente, según CITA & RYAN (op. cit.), al de la región del Bou-Regreg. Dicho cambio tiene lugar, en el área de Cabo Bojador, coincidiendo con la desaparición masiva de *G. miotumida*, inmediatamente antes de su extinción y anterior a la primera aparición de *G. margaritae* s.s. Esta misma sucesión de eventos parece encontrarse en el Bou-Regreg y en el área estudiada por nosotros.

La biozona de *G. nepenthes* de SALVATORINI & CITA (1979) equivale en su totalidad a nuestra zona de *G. margaritae*, puesto que fue definida en base a los mismos horizontes, es decir, BPA de *G. margaritae* y BPA de *G. puncticulata*. En esta biozona hay que destacar la presencia abundante en aquella región de *G. cultrata* s.l., lo que contrasta con la región estudiada por nosotros, si bien no es extraño dada su situación en una latitud sensiblemente más alta.

CITA & VISMARA SCHILLING (1980) publican algunos datos sobre los sondeos 415 y 416, situados frente a la costa atlántica del Norte de Africa, a la altura de Agadir. En el sondeo 416, la muestra superior presenta *G. margaritae* abundante, así como *G. humerosa humerosa* que es para SALVATORINI & CITA (1979) exclusiva del Plioceno. Debajo encuentran la parte inferior de la zona de *G. nepenthes* (Messiniense superior), donde aparece *G. margaritae*, menos abundante y *G. miotumida* con ejemplares intermedios a *G. conomiozea*. Este nivel puede ser correlacionado aproximadamente con el límite entre las biozonas de *G. margaritae* y *G. miotumida* definidas en este trabajo. Es importante hacer notar la coexistencia en este punto de *G. miotumida* y *G. margaritae* que no ocurre ni en Cabo Bojador ni en el Bou-Regreg. Para CITA & VISMARA SCHILLING (op. cit.) esto puede ser debido a la gran condensación de las series.

La ausencia de ejemplares típicos de *G. conomiozea* es entendida por CITA & VISMARA SCHILLING (op. cit.) como una exclusión climática, de tal forma que estos ejemplares se encuentran en Rabat, pero no se encuentran en Cabo Bojador, ni en los D.S.D.P. sites 415-416. Para estas autoras, *G. conomiozea* es de latitudes medias a altas y no sobrepasa los 33° de latitud norte.

En el D.S.D.P. site 398, situado a poca distancia de la costa portuguesa, a la altura de Oporto, desgraciadamente no se recogió testigo del intervalo correspondiente al tránsito Mioceno-Plioceno, sin embargo, aparece una secuencia bastante completa de todo el Plioceno. IACCARINO & SALVATORINI (1979) estudian los Foraminíferos planctónicos del citado sondeo, muy interesante, dada su proximidad al área estudiada por nosotros. Diferencian en el Plioceno desde la zona MPI.2 hasta la zona MPI.6 de CITA (1973-1976). La secuencia de aparición de las distintas especies de *Globorotalia* tiene lugar del mismo modo que en el Mediterráneo: *G. margaritae*, *G. puncticulata*, *G. crassaformis* y *G. inflata*. La zona MPI.2 puede ser correlacionada con la parte superior de nuestra biozona de *G. margaritae*; la fauna encontrada en estos niveles en el D.S.D.P. site 398 es muy similar a la observada por nosotros, siendo *G. margaritae* la única *Globorotalia* carenada en dicho intervalo.

La zona MPI. 3, al menos en su parte inferior, puede coincidir con nuestra zona de *G. puncticulata*. Dentro de esta zona tienen lugar varios eventos bioestratigráficos importantes, según IACCARINO & SALVATORINI (1979), como son la aparición de *G. crassaformis*, *G. elongatus* y *Globorotalia planispira*, extinción de *G. nepenthes*, aparición de *Globorotalia incisa* y extinción de *G. margaritae*.

La presencia en las secciones estudiadas de *G. nepenthes*, junto con *G. margaritae* y sin *G. crassaformis* nos lleva a correlacionar las arenas limosas fosilíferas de la unidad 3 con la parte inferior de la zona MPI. 3. Tampoco se han encontrado en la región estudiada *Globorotalia incisa* ni *G. planispira*, por el contrario, *G. elongatus* se encuentra desde niveles más bajos. En este intervalo, es también *G. margaritae* la única *Globorotalia* carenada.

Otros sondeos atlánticos de interés en la correlación con la región estudiada son los D.S.D.P. sites 135, 136, 116, 118, 119, etc., sin embargo, no vamos a detenernos ahora en su comentario.

5.3. Cuenca del Guadalquivir

Es interesante comparar los resultados obtenidos por nosotros en la parte occidental de la cuenca con otros estudios realizados en otras áreas de la misma. En este sentido, nos detendremos especialmente en los trabajos de VERDENIUS (1970) y TJALSMA (1971) en el área central y oriental de la cuenca respectivamente

correlaciona con el Piacenziense. Los problemas que plantea esta Formación (= caliza tosca de Carmona) se tratan en otro apartado.

TJALSMA (1971) centra sus estudios en el área oriental de la Cuenca, entre las provincias de Córdoba y Jaén. Define una serie de Formaciones que caracteriza mediante un total de 10 asociaciones de Foraminíferos planctónicos. Dejando a un lado las Formaciones que corresponden a edades anteriores, vamos a fijarnos exclusivamente en aquellas que pueden correlacionarse con las descritas en la región estudiada.

En este sentido, TJALSMA (op. cit.) describe la Formación Marmolejo, constituida por conglomerados en la base y areniscas con *Heterostegina* y abundantes *Pecten*, *Ostrea* etc., encima. Se apoya discordantemente sobre el zócalo. Esta Formación es equivalente a nuestra unidad 1 y a la Formación Benbezar de VERDENIUS (1970).

Encima de esta se apoya la Formación Arjona, constituida por margas grises, masivas, con alguna intercalación de arenisca. A su vez, esta Formación pasa hacia arriba a la Formación Porcuna que se extiende por el centro de la Cuenca y que está constituida por bancos de arenisca cementados con intercalaciones de margas. Es la Formación más moderna en aquella región.

TJALSMA (1971) concede una importancia primordial a la evolución de *G. menardii* a la hora de establecer y definir las diferentes asociaciones, lo que es de gran utilidad para establecer las correlaciones con el área estudiada.

La Formación Marmolejo está caracterizada, según TJALSMA (op. cit.), por la asociación n.º 8 de *Globigerina globorotaloidea*/*Globorotalia menardii* forma 4. Esta asociación se caracteriza por la abundancia, entre otras especies, de *G. menardii* forma 4 (concha con fuerte convexidad ventral y enrollamiento sinistrorso). La base de las margas grises (Formación Arjona) viene caracterizada por la asociación n.º 9 de *Globigerina globorotaloidea*/*Globorotalia ventriosa* definida exclusivamente por la ausencia de *Globorotalias* del grupo de *G. menardii* durante un corto intervalo. La siguiente asociación que caracteriza al resto de la Formación Arjona y a toda la Formación Porcuna es la asociación de *Globigerina globorotaloidea* / *G. menardii* forma 5. Hay que observar que *G. menardii* forma 5, con periferia axial comprimida y enrollamiento dextrorso puede ser incluida en nuestro concepto de *G. cultrata* s.l. o más ampliamente, en el grupo de "*G. menardii*" descrito en este trabajo. Este cambio en el sentido de enrollamiento de las formas del grupo de *G. menardii*, coincide aproximadamente con el señalado por BOSSIO *et al.* (1976) en Marruecos, si bien en aquella región se produce en los primeros mts. de la formación arcillosa. En la región estudiada disponemos de muy pocos datos sobre la unidad 1, sin embargo, en un área próxima de la provincia de Sevilla encontramos *Globorotalias* carenadas del grupo de "*G. menardii*" con enrollamiento sinistrorso en toda la unidad 1 que desaparecen en

la base de la serie arcillosa. No obstante, en las secciones descritas el grupo de «*G. menardii*» aparece desde la base de la unidad arcillosa con enrollamiento dextrorso, a diferencia de lo que ocurre a medida que nos desplazamos hacia la parte oriental de la cuenca.

Hay que tener en cuenta que, tanto en las provincias de Sevilla y Huelva como en Marruecos, el contacto entre las unidades 1 y 2, viene marcado por niveles fosfatados y glauconíticos, «hard grounds», etc. que pueden indicar la existencia de una laguna.

La permanencia hasta el techo de la Formación Porcuna de la asociación n.º 10 con gran abundancia de *G. menardii* forma 5 y ausencia de otras Globorotalias carenadas como *G. miotumida*, *G. conomiozea*, etc., nos lleva a correlacionar, tanto la Formación Arjona como la Formación Porcuna, con nuestra biozona de *T. humerosa* (Tortoniense superior).

La presencia en el techo de la Formación Porcuna de algún ejemplar muy raro de *G. margaritae* pensamos que puede corresponder a los primeros representantes de la línea evolutiva de *G. scitula*-*G. margaritae*, ejemplares que se encuentran también en los mismos niveles de la provincia de Huelva y en Arroyo Galapagar.

En conclusión, correlacionamos la Formación Marmolejo, la Formación Arjona y la Formación Porcuna con el tramo basal calcarenítico y los primeros mts. de arcillas en la región estudiada, considerando el techo de la Formación Porcuna anterior al límite entre las biozonas de *T. humerosa* y *G. miotumida*. Del mismo modo, se pueden correlacionar estas tres formaciones con la Formación Bembezar y parte basal de la Formación Ecija de VERDENIUS (1970), por debajo de la base de la sección de Carmona y coincidiendo con la sección de Arroyo Galapagar.

Coincidimos con TJALSMA (op. cit.) al señalar que las formaciones superiores en cada área son más antiguas de Oeste a Este.

5.4. *Estratotipo andaluciense*

El término Andaluciense fue propuesto por PERCONIG (1966) para designar al Mioceno terminal en facies marina, seleccionando, a tal fin, como estratotipo, la sección de Carmona-Dos Hermanas. No vamos a entrar en la amplia polémica suscitada con este estratotipo, que ya ha sido objeto de gran atención.

PERCONIG (1966) diferencia en Carmona 3 formaciones: formación margosa inferior, que atribuye al Tortoniense; formación margoso-arenácea, Andalu-

ciense y margas gris verdosas del Plioceno inferior. PERCONIG (1974)¹ modifica la amplitud del estratotipo, entendiendo que las margas azules de Carmona, bajo la formación margoso-arenacea, corresponden también al Andaluciense. Sitúa el nuevo límite Tortoniense-Andaluciense en una sección situada más al Norte, en el borde de la Meseta. En esta sección diferencia seis unidades, las cuatro primeras de carácter detrítico, constituídas por conglomerados, calizas y areniscas y las unidades 5 y 6 que se apoyan encima, formadas por margas. Según PERCONIG & GRANADOS (1973) la parte superior de la unidad 5 es ya Andaluciense y se caracteriza por la aparición de formas ancestrales de *G. margaritae*. Por el contrario, la parte inferior de la unidad 5 es Tortoniense, perteneciente a la zona de *G. menardii miocenica* de CATI et al. (1968).

PERCONIG (1973) propone una nueva biozonación para esta región; define la zona de *G. menardii* desde la aparición del marcador zonal hasta la aparición de las «formas ancestrales» de *G. margaritae*, zona de «las formas ancestrales» de *G. margaritae*, desde la aparición de estas, hasta la aparición de *G. margaritae* s.s. y zona de *G. margaritae* desde la aparición del marcador zonal hasta la aparición de *G. puncticulata*.

De acuerdo con esta biozonación, PERCONIG & GRANADOS (1973) atribuyen la parte superior de la unidad 5 y la unidad 6 a la zona de las «formas ancestrales» de *G. margaritae*, mientras que la parte superior de la unidad 6, equivalente a la parte basal de las margas de Carmona, corresponde a la zona de *G. margaritae* s.s. Esta zona caracteriza, según PERCONIG, a toda la sección de Carmona, excluyendo las margas verdes superiores, que se incluyen en la zona de *G. puncticulata* (Plioceno).

En este trabajo se han estudiado algunas muestras² que nos han permitido elaborar algunas conclusiones, todavía incompletas, y que serán expuestas con más detalle en un trabajo en preparación. En los afloramientos del borde de la Meseta (Arroyo Galapagar) se han estudiado varias muestras equivalentes aproximadamente a las denominadas AG.2 y AG.3 por PERCONIG & GRANADOS (1973). En las muestras equivalentes a AG.2 los ejemplares del grupo de “*G. menardii*” son escasos y todos ellos sinistrorsos, mientras que en las muestras equivalentes a AG.3 el grupo está mejor representado y todos los ejemplares son dextrorsos. Este cambio en el sentido de enrollamiento del grupo de “*G. menardii*” ha sido encontrado también en Cantillana (provincia de Sevilla) y puede ser correlacionado con el que tiene lugar en otras áreas del Mediterráneo y del Atlántico.

¹ Este trabajo se expuso en el V Congreso sobre el Neógeno Mediterráneo celebrado en Lyon en 1971, si bien se publicó en el año 1974.

² La mayor parte de estas muestras fueron amablemente cedidas por los profesores J. de PORTA y J. CIVIS.

Las asociaciones encontradas en los niveles equivalentes a la muestra AG. 3 son claramente similares a las que aparecen en la parte inferior de las secciones de Beas, Gibraleón, etc.. Se caracterizan por un claro predominio de Globorotalias carenadas del grupo de "*G. menardii*" con enrollamiento dextrorso, ausencia del grupo de *G. miotumida* y presencia de *T. acostaensis* con enrollamiento sinistrorso. Podemos asignar estos materiales a la zona de *T. humerosa* descrita en este trabajo.

Entre Villanueva del Rio y Alcolea del Rio, unos 2 Kms. al sur de los afloramientos anteriores, aparecen unas arcillas estratigráficamente por encima de aquellas, caracterizadas por el predominio absoluto de *G. miotumida*, habiendo desaparecido por completo el grupo de "*G. menardii*" por lo que podemos asegurar que entre estos dos afloramientos se localiza el horizonte de sustitución de ambos grupos de Globorotalias carenadas. Esta última asociación corresponde, sin duda, a la parte inferior de nuestra biozona de *G. miotumida*.

En la sección de Carmona se han estudiado algunas muestras, tanto de las margas y formación margo-arenosa, como de las margas verdes que aparecen encima de la caliza tosca. Por el momento, podemos asegurar que los niveles margosos de la parte basal de la sección de Carmona son posteriores al horizonte de cambio de enrollamiento de *T. acostaensis*. En estos niveles el enrollamiento es variable, pero nunca 100% sinistrorso como en la parte inferior de la unidad arcillosa. Las Globorotalias carenadas son muy escasas, no encontrándose apenas ejemplares de *G. miotumida*; *G. margaritae* tampoco ha sido observada en estos niveles. Todos estos datos nos llevan a considerar que entre los niveles basales del borde de la Meseta y los de la base de Carmona se encuentra: 1) El horizonte de sustitución masiva de Globorotalias carenadas del grupo de "*G. menardii*" por las del grupo de *G. miotumida*, como ya hemos visto anteriormente. 2) La parte inferior de nuestra biozona de *G. miotumida*. 3) El horizonte de cambio de enrollamiento en el grupo de *T. acostaensis*. No obstante, *G. margaritae* s.s. ha sido citada, en diversas ocasiones, en la parte basal de la sección de Carmona, por lo que no podemos asegurar si estos niveles pertenecen a la parte superior de la zona de *G. miotumida*, o bien a la zona de *G. margaritae*, como indica PERCONIG (1973).

En la caliza tosca no se estudió ningún horizonte, sin embargo, en las margas verdes se recogieron dos muestras, en una de las cuales, aproximadamente equivalente a la denominada C.17 por PERCONIG & GRANADOS (1973), se separó la microfauna mediante líquidos pesados. La asociación encontrada, rica en Foraminíferos planctónicos, difiere claramente de la típicamente Pliocena estudiada por nosotros. En dicha asociación, el grupo de "*G. menardii*" es muy abundante y el grupo de *T. acostaensis* presenta un enrollamiento preferentemente sinistrorso y, por el contrario, no se encuentran ejemplares típicos de *G. puncticu-*

lata. Por todas estas características, esta asociación parece más próxima a la encontrada por nosotros en el Mioceno superior. No obstante, no podemos descartar la posibilidad de una fuerte resedimentación en estos niveles. Recordemos que este grupo no se encuentra nunca en el mismo intervalo de otras secciones atlánticas, como ya hemos visto anteriormente. Ya PERCONIG & GRANADOS (1973) se extrañan de la presencia en los niveles inferiores de margas verdes de Globorotalias carenadas tipo «menardii», «plesiotumida», «dalii», etc.

CRESCENTI *et. al.* (1973), señalan la presencia en las margas verdes de *G. hirsuta praehirsuta* junto a *G. margaritae* y muy frecuentes *G. cultrata* s.l., *G. merotumida* y *G. plesiotumida*, sin embargo, no aparecen *G. puncticulata* ni *G. crasiformis*, que citan en las margas superiores de Vejer de la Frontera.

No estamos de acuerdo con MARTINI (1974), BERGGREN & VAN COUVERING (1975) y BERGGREN & HAQ (1976), quienes señalan que la base del estratotipo Andaluciense coincide con la Zona N.16 de BLOW, situando el límite entre las zonas de *Discoaster calcaris* y *Discoaster quinqueramus*, zonas NN10/NN11 de MARTINI, en la base de la sección de Carmona. Para BERGGREN & VAN COUVERING (*op. cit.*) y BERGGREN & HAQ (*op. cit.*) el Andaluciense comprende un intervalo desde el Tortoniense Medio al Messiniense y sitúan el límite Tortoniense-Messiniense 50 mts. debajo de la caliza tosca, correlacionando la base de éste con el comienzo de los depósitos evaporíticos en el Mediterráneo. Como ya hemos indicado anteriormente, puede ser correlacionado con un horizonte situado entre el cambio en el sentido de enrollamiento de *T. acostaensis* y el BPA de *G. margaritae* y, por tanto, es bastante inferior al señalado por estos autores.

Según BERGGREN & HAQ (1976), *Discoaster quinqueramus* aparece al menos hasta niveles situados inmediatamente debajo de la caliza tosca, coincidiendo en esto con MARTINI (1974), que puede ser interesante puesto que dicho taxón es exclusivamente Mioceno. El horizonte de desaparición del mismo supone el límite entre las zonas NN.11 y NN.12 que en el dominio atlántico es anterior al límite Mioceno-Plioceno.

BOSSIO *et. al.* (1977) estudian las secciones del Estratotipo Andaluciense y de Vejer de la Frontera. Adoptan para esta área las biozonaciones propuestas por SALVATORINI & CITA (1979) y MAZZEI *et. al.* (1979) para Foraminíferos planctónicos y Nanoplancton calcáreo que pueden ser correlacionadas con la utilizada por nosotros.

Atribuyen la sección del borde Sur de la Meseta a la parte inferior de la biozona de *Sphaeroidinellopsis subdehiscens paenedehiscens* y a la parte inferior de la zona de *Amaurolithus primus* de edad Tortoniense Superior-Messiniense Inferior, datos con los que coincidimos plenamente y sitúan el límite Tortoniense-Messiniense en la primera aparición de *G. conomiozea*. Respecto a este último dato, debemos observar que esta especie ha sido citada en niveles inferiores.

La sección de Carmona la sitúan en la parte superior de la zona de *Sphaeroidinellopsis subdehiscens paenedehiscens* y parte inferior de la zona de *G. nepenthes* (= Zona de *G. margaritae* de este trabajo), aspecto en el que coincidimos con estos autores.

BOSSIO et al. (op. cit.) se encuentran con el mismo problema que nosotros a la hora de fijar el límite Mioceno-Plioceno, ante la ausencia de criterios bioestratigráficos válidos, por lo que deciden situarlo, de acuerdo con otros autores, en la base de las margas verdes. Se apoyan, para llegar a esta conclusión, en la desaparición de *D. quinquerramus*, que tiene lugar debajo de la caliza tosca.

6. CORRELACION CON OTRAS AREAS DEL DOMINIO MEDITERRANEO

Hemos establecido correlaciones con diferentes áreas dentro de este dominio, preocupándonos especialmente por conocer lo que ocurría con el grupo de "*G. menardii*" y el grupo de *G. miotumida*, incluyendo a *G. conomiozea*. De acuerdo con la bibliografía existente, parece tener lugar en varios puntos una sustitución de ambos grupos de Globorotalias carenadas, lo mismo que ocurre en el dominio atlántico.

6.1. Cuenca de Sorbas (Almería)

Esta cuenca ha sido estudiada por diferentes autores, sin embargo, vamos a centrarnos en un trabajo de GONZALEZ DONOSO & SERRANO (1977), que estudian los Foraminíferos planctónicos de las formaciones Chozas y Turre. Hacia el techo de la formación Chozas, inmediatamente debajo de la discordancia que la separa de la siguiente formación, encuentran abundantes Globorotalias carenadas (sinistrorsas) del grupo de "*G. menardii*". En la formación Turre, el miembro Azagador, constituido por materiales calcareníticos no fue muestreado más que en el horizonte más alto, arenoso, que supone el tránsito al miembro Abad, arcilloso. En dicho nivel encuentran *Globorotalia* gr. *G. cultrata* y *G. plesiotumida* (dextrorsas), mientras que el grupo de *T. acostaensis* es sinistrorso. En la siguiente muestra ya en el miembro Abad aparece abundantemente el grupo de *G. dalii-G. mediterranea* (equivalente a nuestro grupo de *G. miotumida*). La aparición de este grupo coincide, según GONZALEZ DONOSO & SERRANO (op. cit.), con el límite Tortoniense-Messiniense y es predominante en todo el miembro Abad.

A la vista de todos estos datos, parece tener lugar aquí una sucesión de eventos similar a la encontrada en la cuenca del Guadalquivir y en Marruecos, es decir, cambio en el sentido de enrollamiento del grupo de "*G. menardii*" y posteriormente sustitución de este grupo por el de *G. dalii*-*G. mediterranea* que conlleva un cambio en el sentido de enrollamiento de dextrorso a sinistrorso.

6.2. Area de Málaga

CARRASCO et al. (1977) estudian dos sondeos realizados en la desembocadura del río Velez, en la costa de Málaga. Se trata de una secuencia arcillosa que se apoya discordantemente sobre el zócalo paleozoico. En la mayor parte de la sección aparecen abundantes Globorotalias carenadas del grupo de "*G. menardii*" con enrollamiento predominantemente dextrorso, mientras que hacia el techo encuentran abundantes individuos de *G. mediterranea* y ejemplares de transición entre esta especie y *G. dalii* con enrollamiento preferentemente sinistrorso. CARRASCO et al. (op. cit.) hacen coincidir la aparición de este último grupo con el límite Tortoniense-Messiniense. De acuerdo con esto, parece encontrarse en dicho sondeo este horizonte de sustitución de ambos grupos de Globorotalias carenadas.

Si interpretamos los resultados obtenidos por diferentes autores, parece que esta sustitución tiene lugar también en el área de alborán (MONTENAT et al., 1975), cuenca de Lorca (MANUPUTTI, 1977), península italiana y Sicilia (D'ONOFRIO et al., 1975, 1976), etc.

6.3. Area de Creta

Por último destacaremos muy especialmente los trabajos realizados en la isla de Creta por ZACHARIASSE (1975, 1979a, 1979b). Este autor encuentra en el Mioceno superior de aquella región una sucesión de 3 asociaciones de Globorotalias carenadas. La primera de ellas dominada por *G. menardii* forma 4 (ejemplares sinistrorsos) es sustituida, después de un intervalo en el que esta especie está ausente, por una nueva asociación dominada por *G. menardii* forma 5 (ejemplares dextrorsos). Estas dos asociaciones caracterizan a la biozona de *Globigerina acostansis*. El límite entre esta biozona y la de *G. conomiozea* viene marcado por la aparición de esta última especie o de *G. miotumida*, especies que sustituyen a *G. menardii* forma 5. Se pregunta ZACHARIASSE (op. cit.) si este brusco cambio morfológico en las Globorotalias carenadas se produce como consecuencia de una variación importante dentro del medio Mediterráneo o por inmigración

desde el Atlántico; para este autor *G. miotumida* y *G. conomiozea* son dos morfotipos extremos de un mismo cline evolutivo con diferentes distribuciones geográficas. *G. conomiozea* es muy rara en el Messiniense del Atlántico en nuestras latitudes, estando el grupo totalmente dominado por *G. miotumida*. De acuerdo con los resultados obtenidos por nosotros en este trabajo y los estudios realizados en Marruecos podemos asegurar que los cambios en las asociaciones de Globorotalias carenadas descritos por ZACHARIASSE (op. cit.) en la isla de Creta no son exclusivos del Mediterráneo sino que obedecen a variaciones de ámbito más general que afectan al Atlántico Norte oriental como ya sugiere el autor antes mencionado.

7. CRONOESTRATIGRAFIA

7.1. Límite Tortoniense-Messiniense

La primera hipótesis de trabajo en relación con la cronoestratigrafía, fue considerar las secciones basales como Messiniense superior apoyándonos en la presencia de *G. conomiozea*, desde la base de las series, y de *G. elongatus*, así como de *G. conglobatus* y *T. multiloba*, si bien esta última especie ha sido citada también en el Tortoniense superior.

Recordemos que el BPA de *G. conomiozea* en el Mediterráneo ha sido reconocido por diferentes autores como el límite Tortoniense-Messiniense, por lo que su presencia en los niveles estudiados nos llevaba a admitir una edad Messiniense para los mismos.

Por otra parte, *G. elongatus*, en el dominio Mediterráneo, ha sido citada únicamente en el Plioceno inferior o en el Messiniense superior. En este sentido SERRANO (1979) define la subzona de *G. elongatus*, que caracteriza al Messiniense superior de las Cordilleras Béticas.

El reconocimiento de un horizonte bioestratigráfico tan manifiesto en toda la región, como es el de sustitución del grupo de "*G. menardii*" por *G. miotumida* y su correlación con otras áreas del Atlántico y del Mediterráneo, donde se encuentra un horizonte similar en el límite Tortoniense-Messiniense, son los datos en los que fundamentamos nuestra segunda hipótesis. Dicha hipótesis, que es la aceptada por nosotros en este trabajo, supone situar el límite Tortoniense-Messiniense coincidiendo con este biohorizonte.

Contrastando ambas hipótesis observamos lo siguiente:

Hasta el momento desconocemos si el BPA de *G. conomiozea*, que parece tener gran validez como marcador zonal en el dominio Mediterráneo, puede ser

utilizado en el Atlántico con las mismas garantías. En este sentido, debemos hacer notar que dicha especie aparece muy esporádicamente en tal dominio, como ocurre por ejemplo en el área estudiada por nosotros.

Lo mismo ocurre con el BPA de *G. elongatus*, que puede ser utilizado en biozonaciones regionales dentro del área Mediterránea, pero es dudosa su validez en el Atlántico, donde los datos de que disponemos son, por el momento, escasos y contradictorios. En la región estudiada *G. elongatus* aparece muy esporádicamente desde los niveles más bajos de la unidad 2. En el Mediterráneo esta especie ha sido citada ya en el Plioceno inferior (BIZON, 1967; ZACHARIASSE, 1975; BORSETTI *et al.*, 1979 etc.), ya en el Messiniense superior (SERRANO, 1979). Sin embargo, en el Atlántico para SALVATORINI & CITA (1979), IACCARINO & SALVATORINI (1979), etc., aparece en el Plioceno inferior, zona de *G. puncticulata*. PERCONIG (1969) sugiere también que *G. elongatus* deriva de *G. extremus* en dicha biozona en la Cuenta del Guadalquivir (sección de Carmona). No obstante, en este trabajo encontramos ejemplares de esta especie en niveles mucho más bajos, equivalentes a los de Arroyo Galapagar, que él incluyó en el Tortoniense superior. Del mismo modo, BLOW (1969) indica su presencia desde la segunda mitad de la zona N.16, anterior al BPA de *T. humerosa* y de *G. plesiotumida*.

En cualquier caso, no podemos olvidar la dualidad existente en el concepto de esta especie, que implica el reconocimiento de dos formas con diferente origen según GONZALEZ DONOSO *et al.* (1977), lo que separa las formas del Mioceno superior y Plioceno basal de las del Plioceno inferior (zona de *G. puncticulata*).

Sin embargo, el horizonte de sustitución del grupo de "*G. menardii*" por *G. miotumida* puede reconocerse fácilmente en toda la región, y ser correlacionado con otras áreas tanto del Atlántico como del Mediterráneo, por lo que preferimos utilizarlo como marcador zonal y cronoestratigráfico.

Como ya hemos visto anteriormente ZACHARIASSE (1975, 1979a,b) pone de manifiesto un horizonte similar en Creta, coincidiendo con el BPA de *G. conomiozea* en aquella región, y reconoce ese mismo biohorizonte en la sección de Capodarso (Estratotipo Messiniense), equivalente al límite Tortoniense-Messiniense según D'ONOFRIO *et al.* (1976).

Del mismo modo en Marruecos varios autores —FEINBERG & LORENZ (1970), BOSSIO *et al.* (1977), etc.— encuentran un horizonte similar, que coincide con el BPA de *G. conomiozea* y, por tanto, con el límite Tortoniense-Messiniense, admitido por estos autores.

En las cuencas Béticas MONTENAT *et al.* (1975), GONZALEZ DONOSO & SERRANO (1977), CARRASCO *et al.* (1977), entre otros, parecen estar de acuerdo en señalar la presencia abundante del grupo de "*G. menardii*" en el Tortoniense superior, que se reduce notablemente en el Messiniense, donde predomina el grupo de *G. dalii*-*G. mediterranea* (= *G. miotumida*-*G. conomiozea* de este trabajo).

En el Mioceno italiano D'ONOFRIO *et al.* (1976) señalan que *G. cultrata*, muy abundante en la subzona de *G. suteræ*, se reduce hacia el techo y que *G. miotumida* es muy frecuente en la base de la zona de *G. conomiozea*. Para estos autores en el límite Tortoniense-Mesiniense tiene lugar un importante cambio microfaunístico, que se manifiesta por la aparición de algunas especies nuevas como *G. conomiozea*, *G. mediterranea*, *G. saphoæ*, etc. Nos planteamos si este cambio tiene alguna relación con la desaparición masiva de Globorotalias carenadas del grupo de "*G. menardii*" en el Atlántico (véase pág. 79).

7.2. Cambio en el sentido de enrollamiento del grupo de *T. acostaensis*

Este cambio, para unos autores, está relacionado con variaciones climáticas, sin embargo, para otros, es un carácter evolutivo de la especie. En la actualidad se desconoce cuál de las dos hipótesis es más exacta.

En cualquier caso, dicho cambio parece que puede ser utilizado como un horizonte bioestratigráfico válido.

En el área estudiada observamos un cambio de sinístrorso a dextrorso situado entre el horizonte de sustitución del grupo de "*G. menardii*" por *G. miotumida* y el BPA de *G. margaritæ*. Un horizonte similar se ha encontrado tanto en el dominio Atlántico (BOSSIO *et al.*, 1977; CITA & RYAN, 1978) en Marruecos (SALVATORINI & CITA, 1979) en Cabo Bojador, como en el dominio Mediterráneo (ZACHARIASSE, 1975, STAINFORTH *et al.*, 1975; MONTENAT *et al.*, 1976; CIVIS *et al.*, 1977; MANUPUTTY, 1977; GONZALEZ DONOSO & SERRANO, 1977; CARRASCO *et al.*, 1979, etc.). A excepción de MONTENAT *et al.* (1976), los demás autores coinciden en situar dicho horizonte hacia la mitad del Mesiniense, coincidiendo aproximadamente con la desaparición masiva del grupo de *G. miotumida* - *G. conomiozea* y con el empobrecimiento general de la microfauna que precede a la crisis de salinidad en el Mediterráneo. Recordemos que en el área Atlántica tanto en el Bou-Regreg (Marruecos) como en Cabo Bojador, y muy probablemente en el área estudiada, este horizonte coincide también con la desaparición o reducción importante del Grupo de *G. miotumida*.

MONTENAT *et al.* (1976) y CARRASCO *et al.* (1979) ponen de manifiesto en la cuenca de Vera, sucesivos cambios de enrollamiento en el Mesiniense superior en la zona de paso al Plioceno. Para estos autores en dicha sección se encuentra el tránsito Mioceno-Plioceno en una serie marina continua, sin deposición de evaporitas. Sin embargo, otros autores difieren al respecto. Según CITA & RYAN (1978) este horizonte se sitúa en la parte inferior de la Epoca paleomagnética 5.

7.3. Horizonte de aparición de *G. margaritae*

En Marruecos este horizonte es inmediatamente posterior al cambio de enrollamiento del grupo de *T. acostaensis* lo mismo que ocurre en Cabo Bojador y probablemente en el área estudiada, si bien este aspecto no ha podido ser comprobado con exactitud puesto que dicho BPA no ha sido localizado en ninguna de las secciones estudiadas.

BOSSIO *et al.* (1976), CITA & RYAN (1978), SALVATORINI & CITA (1979), etc. sitúan el BPA de esta especie en el Messiniense superior, en lo que contrastan con FEINBERG & LORENZ (1970), WERNLI (1978) etc. que lo hacen coincidir con el límite Mioceno-Plioceno.

Puesto que este taxón no se encuentra en el Mediterráneo hasta el Plioceno inferior, donde es indicador del restablecimiento de una cuenca profunda, podemos concluir que el comienzo en la deposición evaporítica en el Mediterráneo, tuvo lugar aproximadamente entre el horizonte de cambio en el sentido de enrollamiento del grupo de *T. acostaensis* y el BPA de *G. margaritae* en el área Atlántica.

Para CITA & RYAN (1978) la primera aparición de *G. margaritae* en el Atlántico tiene lugar hacia la mitad de la Epoca paleomagnética 5, existiendo una diferencia de 400.000 años entre los BPA de esta especie en el Atlántico y Mediterráneo.

7.4. Límite mioceno-pleioceno

Este horizonte constituye un problema de difícil solución en el área estudiada, lo mismo que ocurre en otras regiones próximas del dominio Atlántico. En este sentido no podemos admitir el límite propuesto por MAGNE & VIGUIER (1970) para el área occidental de la cuenca del Guadalquivir, quienes utilizaron el BPA de *G. margaritae* para definirlo. Tampoco estamos de acuerdo con el señalado por DIAZ *et al.* (1980) que lo sitúan entre el horizonte de aparición de *G. hirsuta praehirsuta* y el horizonte de aparición de *Sphaeroidinellopsis subdehiscens* forma *inmatura*, puesto que hacen coincidir este límite con el cambio de enrollamiento en el grupo de *T. acostaensis* que, como ya hemos discutido, se corresponde con la mitad del Mesiniense. Debemos observar, por otra parte, que las citadas especies no han sido encontradas por nosotros en el área estudiada.

Como ocurre en Marruecos o en Cabo Bojador están ausentes los marcadores clásicos de este horizonte como *Globoquadrina dehiscens*, cuyo BUA define el límite en otras regiones, *Sphaeroidinella dehiscens* forma *inmatura* o *Globorotalia tumida*.

Ante esta dificultad, tanto BOSSIO *et al.* (1977), en Marruecos, como SALVATORINI & CITA (1979) en Cabo Bojador recurren al Nanoplancton calcáreo para definir este límite, que tiene lugar con posterioridad al BUA de *Discoaster quinqueramus* (especie exclusivamente Miocena) y el BPA de *Ceratolithus acutus* (exclusivamente Pliocena).

En relación con los Foraminíferos planctónicos, únicamente podemos asegurar que dicho límite se sitúa dentro de nuestra biozona de *G. margaritae*, entre el BPA de dicho taxón y el BPA de *G. puncticulata*. Las secciones de Huelva, Niebla, Castilleja del Campo y Sanlúcar la Mayor han sido incluidas en el Plioceno por su posición estratigráfica en relación con el BPA de *G. puncticulata*, si bien la parte inferior de alguna de ellas pudiera corresponder al Mioceno, especialmente los niveles basales de la sección de Niebla.

7.5. Horizonte de aparición de *G. puncticulata*

Esta especie se ha encontrado únicamente en la parte superior de las arenas de la unidad 3 en Moguer. Dicho horizonte puede ser situado, por correlación con el Mediterráneo, en la mitad del Plioceno inferior (Tabianiense). Debemos tener en cuenta que en la sección de Moguer, la unidad 3 alcanza casi los 30 mts. de potencia, sin embargo, los primeros mts. no han sido muestreados, por lo que desconocemos si *G. puncticulata* está presente desde la base de dicha unidad. Por otra parte, la ausencia de dicho taxón en la misma unidad de otras secciones, como por ejemplo en Niebla, Huelva, etc. nos plantea la duda de que dichos niveles sean anteriores al BPA de la citada especie.

7.6. Edad de la regresión

La ausencia de ejemplares típicos de *G. crassaformis*, la presencia de *G. margaritae* (especie cuyo BUA fue utilizado por BARBIERI (1967) e IACCARINO (1967) para separar el Tabianiense del Piacenziense) en niveles próximos al techo de las arenas superiores y la de *G. nepenthes*, que se extingue con anterioridad a esta última, nos lleva a suponer que la regresión tuvo lugar al final del Tabianiense.

8. IMPLICACIONES PALEOCLIMATICAS

De acuerdo con BE (1977), podemos observar la coexistencia en las secciones estudiadas de especies características de las regiones tropicales y subtropicales

mo el grupo de "*G. menardii*", grupo de *Globigerinoides quadrilobatus*, *O. universa*, etc., junto con especies características de la zona subártica como *G. bulloides*, *T. quinqueloba*¹ etc.. Para BE (op. cit.) esta mezcla de aguas frías y aguas cálidas es típica de la zona de transición situada entre la provincia subpolar y la provincia subtropical.

La presencia abundante de *G. cultrata* s.l., *G. plesiotumida* y *G. merotumida*, especies tropicales y subtropicales, en la Zona de *T. humerosa* y su brusca desaparición en la Zona de *G. miotumida*, parece corresponder a un enfriamiento, coincidiendo con el límite Tortoniense-Messiniense; aunque este cambio no afecta en gran medida al resto de la asociación de Foraminíferos planctónicos, si bien FLORES (comunicación personal) encuentra también fuertes variaciones en el Nanoplancton calcáreo, variaciones que no se manifiestan, sin embargo, en este mismo horizonte en Creta (Grecia), donde ZACHARIASSE (1979) se hace la siguiente pregunta: ¿Why an event of such amplitude is not reflected in the calcareous nannoplankton?.

CIFELLI (1976) indica que los modelos de distribución de los Foraminíferos planctónicos, cambiaron dramáticamente en el Atlántico Norte durante el Mioceno superior.

CIFELLI & GLAÇON (1979) señalan que durante el Mioceno superior especies tropicales, como las Globorotalias carenadas menardiformes, presentaban una amplia distribución, extendiéndose por todo el Mediterráneo y por las aguas adyacentes del Atlántico Norte, así como en la Bahía de Vizcaya y en la Cuencas de Hatton-Rockall, a 57° de latitud norte, al oeste de las Islas Británicas. Durante este período, según CIFELLI & GLAÇON (op. cit.), no se conocen asociaciones de aguas frías en todo el Atlántico Norte.

La retirada de las Globorotalias menardiformes hacia latitudes más bajas se observa claramente en el Plioceno inferior, pero CIFELLI & GLAÇON (op. cit.) indican que pudo comenzar en el Mioceno superior.

Nuestros datos y los del área de Marruecos confirman esta hipótesis, puesto que puede localizarse con exactitud el horizonte de desaparición de estas especies, desaparición que al alcanzar la entrada del Mediterráneo se extendió por todo este dominio, si bien por las características particulares del mismo pudo ser más gradual allí.

Según CIFELLI & GLAÇON el límite de distribución de las Globorotalias menardiformes durante el Plioceno, se localizaba en la misma posición que en la actualidad, es decir entre las islas Canarias y Cabo Verde.

¹ Debemos observar, no obstante, que en las aguas cálidas del Mediterráneo actual *T. quinqueloba* aparece con porcentajes muy altos (54%).

POORE (1981) señala también la presencia abundante del grupo de *G. menardii* en el D.S.D.P. site 410, situado a una latitud de 45° en el Atlántico norte. Incluye en este grupo varias especies, como *G. merotumida*, *G. plesiotumida* y *G. limbata* por lo que podemos considerarlo equivalente al nuestro. Tanto en el site 410 como en el 334 encuentra, en la parte más alta de las secciones estudiadas, una completa intergradación entre los representantes del grupo de *G. menardii* y el plexus de *G. conomiozea*, niveles que coinciden aproximadamente con el BPA de *Amaurolithus primus*, que predata al BPA de *G. conomiozea* en el Mediterráneo.

Como indica VAN DER ZWAAN (1982), varios autores concluyen que la presencia de *G. conomiozea* está asociada a masas de aguas frías, que contrastan con las Globorotalias de tipo *menardii* características de aguas tropicales. Opina este autor que la entrada del grupo de *G. conomiozea* en el Mediterráneo implica que masas de aguas relativamente frías habían alcanzado la entrada de este dominio, explicando por tanto dicho biohorizonte por la migración hacia el sur de dos provincias atlánticas: la provincia meridional dominada por el grupo de *G. menardii*, y la provincia nórdica, dominada por *G. conomiozea*.

Algo parecido ocurre, según VAN DER ZWAAN (op. cit.), con el biohorizonte de cambio de enrollamiento en el grupo de *T. acostaensis*, originado, según él, por una migración hacia el sur de la provincia sinistrorsa que ocasionó que la provincia dextrorsa, más nórdica, alcanzara la entrada del Mediterráneo.

AGRADECIMIENTOS

No quiero terminar este trabajo, sin expresar mi reconocimiento a los Profesores J. CIVIS director del Dpto. de Paleontología de la Univ. de Salamanca y J. de PORTA director del Dpto. de Paleontología de la Univ. Central de Barcelona, que me han orientado y conducido con sus sugerencias hasta la finalización del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- BARBIERI, F. (1967). "The Foraminifera in Pliocene section Vernasca-Castell'Arquato including the «Piacenzian Stratotype (provincia Piacenza)»". Soc. Ital. Sci. Nat., Mem., v. 15, n° 3, pp. 145-163, Milano.
- BE, A. W. H. (1977). "An ecological, zoogeographic and taxonomic Review of Recent planktonic Foraminifera" *Oceanic Micropaleontology*, v. 1, pp. 1-101, 12 pls., Academic Press, London.

- BERGGREN, W.A., & HAQ, B. Ul. (1976). "The Andalusian stage (Late Miocene). Biostratigraphy, Biochronology and Paleoecology". *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeocol.*, v. 20, pp. 67-129, Amsterdam.
- BERGGREN, W. A. & VAN COUVERING, J.A. (1975). "The terminal Miocene event: Biochronology of the Andalusian and Messinian Stages". *Proc. VI Cong. Med. Neog. Strat.*, Bratislava, 1975, pp. 85-89, Bratislava.
- BLOW, W. H. (1969). "Late Middle Eocene to Recent planktonic Biostratigraphy". *Proc. Ist. Int. Conf. Plank. Mic. Geneva, 1967*, t. I, pp. 199-241, pls. 1-54, tbs. 1-43, Leiden.
- BOLLI, H.M. (1966). "Zonation of Cretaceous to Pliocene Marine sediments based on planktonic Foraminifera". *Asoc. Venez. Geol. Minería Bol. Inform.*, v. 9, pp. 3-22, 4 tbs.
- BORSETTI, A.M., CATI, F., COLALONGO, M.L. & SARTONI, S. (1979). "Biostratigraphy and absolute ages of the Italian Neogene". *Ann. Geol. Pays, Hellén.*, t. hors série, fasc. I, pp. 183-197, VIIth. Int. Cong. Med. Neog., Athens.
- BOSSIO, A., EL-BIED RAKICH, K., GIANNELLI, L., MAZZEI, R., RUSSO, A. & SALVATORINI G. (1976). "Correlation de quelques sections stratigraphiques du Mio-Pliocène de la zona atlantique du Maroc avec les stratotypes du Bassin Méditerranéen sur la base des Foraminifères planctoniques, Nannoplancton calcaire et Ostracodes". *Atti. Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem.*, v. 83, pp. 121-137, Pisa.
- BOSSIO, A., GIANNELLI, L., MAZZEI, R., SALVATORINI, G., EL-BIED RAKICH, K. & RUSSO, A. (1977). Biostratigraphy and chronostratigraphy of some stratigraphic sections from western Andalusia (Spain) including the stratotype of the Andalusian stage. *Resúmenes de las comunicaciones. Seminario sobre el Messiniense, Málaga*.
- CARRASCO, F., GONZALEZ DONOSO, J.M., LINARES, D., RODRIGUEZ, P. & SERRANO, F. (1977). "Sobre la presencia de materiales del Mioceno superior en la desembocadura del río Velez (provincia de Málaga)". *Seminario sobre el Messiniense n.º 3*, (Resúmenes de las comunicaciones), pp. 17-19, Málaga.
- CATI, F. et al. (1968). "Bioestratigrafía del Neogene Mediterraneo basata sui Foraminiferi planctonici". *Soc. Geol. Ital. Boll.*, n.º 87, pp. 491-503, 2 figs. Milano.
- CIFELLI, R. (1976). "Evolution of ocean climate and the record of planktonic Foraminifera". *Nature*, v. 264, n.º 5585, pp. 431-432, London.
- CIFELLI, R. & GLAÇON, G. (1979). "New Late Miocene and Pliocene occurrences of *Globorotalia* species from the North Atlantic; and a paleogeographic review", *Jour. Forum. Res.*, v. 6, n.º 4, pp. 258-273, pls. 1-3, Lawrence.
- CITA, M.B. (1973). "Pliocene biostratigraphy and chronostratigraphy". In. *Repts. Deep. Sea Drilling Project*, v. 13, pt. 2, pp. 1343-1379, 14 figs., 7 pls., Washington (U.S. Government Print. Office).
- CITA, M.B. (1976). "Planktonic Foraminiferal biostratigraphy of the Mediterranean Neogene". *Progress in Micropal. Am. Mus. Nat. Hist. spec. publ.*, pp. 47-68, text.-figs. 1-9, 3 pls., Amsterdam.

- CITA, MB. & RYAN, W.B.F. (1978). "The Bou-Regreg section of the Atlantic coast of Morocco, evidence, timing and significance of a Late Miocene regressive phase". Riv. Ital. Pal. Strat., v. 84, n.º 4, pp. 1051-1082, 9 figs., 1 tb., pls. 95-96, Milano.
- CITA, M. B. & VISMARA SCHILLING, A.V. (1980). "Planktonic foraminiferal assemblages across the Miocene-Pliocene boundary at D.S.D.P. sites 415,416 A, and correlation with other North-Atlantic successions". In. Repts. Deep. Sea Drilling Project, v. 50, Washington, pp. 497-505.
- CIVIS, J., MARTINELL, J. & PORTA J. de (1977). "Bioestratigrafía del Messiniense de la Rambla de Arejos (Almería)". Seminario sobre el Messiniense n.º 3 (Resúmenes de las comunicaciones), pp. 27-30, Málaga.
- CRESCENTI, U., GIANNELLI, L., MARTINEZ DIAZ, C., & SALVATORINI, G. (1973). "Tentativo di correlazione tra i piani Andalusiense e Messiniense". Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. A, v. 80, pp. 17-39, t. 1, pl. 4.
- CHOUBERT, G., HOTTINGER, L., MARCAIS, J. & SUTER, G. (1964). "Stratigraphie et micropaléontologie du Néogène du Maroc septentrional". Inst. "Lucas Mallada", C.S.I.C. (España). Cursos y conferencias, fasc. 9, pp. 229-257, 23 figs., Madrid.
- DIAZ, M.G., BENOT, C., & PARRA, A. (1980). "Biozonation du Messinien et limite Miocène-Pliocène dans la province de Huelva (Sud-ouest de l'Espagne)". Geologie méditerranéenne, t. 7, n.º 1, pp. 57-66, 3 figs. (in text.), 1 pl., Marseille.
- D'ONOFRIO, S., GIANNELLI, L., IACCARINO, S., MORLOTTI, E., ROMEO, M., SALVATORINI, G., SAMPO, M. & SPROVIERI, R. (1976). "Planktonic Foraminifera of the Upper Miocene from some Italian sections and the problem of the Lower Boundary of the Messinian". Boll. Soc. Pal. Ital., v. 14, n.º 2, 4 figs., 5 pls. Modena.
- FEINBERG, H. & LORENZ, H.G. (1970). "Nouvelles données stratigraphiques sur le Miocène supérieur et le Pliocène de Maroc-occidental". Notes Serv. Geol. Maroc., v. 30, (225), pp. 21-26, Rabat.
- FEINBERG, H. & LORENZ, H. G. (1973). "La lignée évolutive de *Globorotalia miozea* s.l. dans le Miocène méditerranéen". Notes Mem. Serv. Geol. Maroc., v. 249, pp. 31-45, Rabat.
- GONZALEZ DELGADO, J. A. (1979). Estudio de los Bivalvia del Neógeno de Niebla (Huelva). Tesis de Licenciatura. Univ. de Salamanca, 97 pp., 1 fig. 2 tbs., 4 láms. (Inédita).
- GONZALEZ DELGADO, J. A. (1983). Estudio de los Gasterópodos del Plioceno de Huelva. Tesis Doctoral. Univ. de Salamanca, 474 pp., 28 figs., 7 tbs., 26 láms., (Inédita).
- GONZALEZ DONOSO, J.M. & SERRANO, F. (1977). "Bio y Cronoestratigrafía de los materiales pre-evaporíticos de Sorbas (provincia de Almería)". Seminario sobre el Messiniense, n.º 3, excursión n.º 2 (Sorbas), pp. 69-76, 3 figs., Málaga.
- GONZALEZ DONOSO, J.M., RODRIGUEZ P. & SERRANO, F. (1977). "Hipótesis sobre el origen de *G. margaritae* Bolli & Bermudez y *Globigerinoides elongatus* (D'Orbigny)". Seminario sobre el Messiniense, n.º 3, Resúmenes de las comunicaciones. Málaga.
- GONZALO Y TARIN, J. (1877). "Reseña geológica de la provincia de Huelva". Bol. Com. Mapa Geol. de España, t. 5, 138 pp. 2 mapas, Madrid.

- IACCARINO, S. (1967). "Les Foraminifères du stratotype du Tabianien (Pliocène inf.) de Tabiano Bagni (Parma)", Mem. Soc. Sc. Nat., v. 15, fasc. 3, pp. 165-180, 6 tbs., 1 pl. Milano.
- IACCARINO S. & SALVATORINI, G. (1979). "Planktonic Foraminiferal biostratigraphy of Neogene and Quaternary of site 398 of Deep Sea Drilling Project Leg 47 B". In. Repts. Deep Sea Drilling Project, v. 47, pt. 2, pp. 255-286, Washington.
- MAGNE, J., & VIGUIER, C. (1970). "Stratigraphie du Néogène de la bordure méridionale de la Sierra Morena entre Huelva et Carmona (Espagne du Sud-Ouest)". Bull. Soc. Geol. France, ser. 7, v. 12, n° 2, pp. 200-209, París.
- MANUPUTTI, J.A. (1977). "Notes on the Late Miocene planktonic foraminiferal associations of the Lorca Basin (province of Murcia, SE Spain)". Seminario sobre el Mesiniense n° 3, Resúmenes de las comunicaciones, pp. 71-76, Málaga.
- MARTINI, E. (1974). "Calcareous Nannoplankton from the type Andalusian and some other Neogene areas in Spain". V Cong. Com. Med. Neog. Strat., Lyon 1971, Mem. B.R.G.M., v. 78, n° 1, pp. 421-426, París.
- MAZZEI, R., RAFFI, I., RIO, O., HAMILTON, N. & CITA M.B. (1979). "Calibration of late Neogene calcareous plankton datum planes with the paleomagnetic record of site 397 and correlation with Moroccan and Mediterranean sections". In. Repts. D.S.D.P., v. 47, A, (U.S. Government Print Office).
- MONTENAT, C., BIZON, G., & BIZON, J.J. (1975). "Remarques sur le forage Joides 121 en mer d'Alboran (Méditerranée occidentale)". Bull. Soc. Geol. France, (7), v. 17, n° 1, pp. 45-51, 2 figs., 1 pl., París.
- PERCONIG, E. (1966). "Sobre la proposición del nuevo término estratigráfico "Andaluciense" para indicar la fase terminal del Mioceno en facies marina". Notas y comunicaciones Inst. Geol. Min. Esp., t. 91, pp. 13-40, Madrid.
- PERCONIG, E. (1969). "Evolución de los *Globigerinoides amplus, obliquus, extremus y elongatus* en el Neógeno de Andalucía (España)". Rev. Esp. Microp., v. 1, n° 1, pp. 37-43, 2 figs., 1 lám., Madrid.
- PERCONIG, E. (1973). "El Andaluciense". XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología. España. 1973, pp. 201-223, Madrid.
- PERCONIG, E. (1974). "Etat actuel de nos connaissances sur l'étage Andalousien". V. Congrès Néogène Méditerranéenne, Lyon, 1971, Mem. B.R.G.M., v. 78, t. 78, t. 2, pp. 659-662, París.
- PERCONIG, E. & GRANADOS, L.F. (1973). "El estratotipo del Andaluciense". XIII Col. Europ. Micro. España., pp. 225-246, 10 figs. Madrid.
- POORE, R. Z. (1981). "Late Miocene biogeography and paleoclimatology of the central north Atlantic. Marine micropal., v. 6, n° 5-6, pp. 599-616, Amsterdam.
- PORTA, J. (de) & GONZALEZ DELGADO, J. A. (1980). Algunos aspectos tafónomicos y paleoecológicos en el Plioceno de Niebla (Bivalvia). Resum. IIº. Cong. Nac. Malac., lp., Barcelona.

- PORTA, J. (de) & GONZALEZ DELGADO, J.A. (1983). Relación fauna sedimento de los Bivalvia en el Plioceno de Huelva (sección de la Autovía Sevilla-Huelva). Com. X Congr. Nac. Sedimentología, pp. 1-3, Menorca.
- SALVATORINI, G. & CITA, M.B. (1979). "Miocene Foraminiferal stratigraphy, D.S.D.P. site 397 (Cape Bojador, North Atlantic)". In. Rpts. D.S.D.P., v. 47, pt. 1, pp. 317-375, 14 pls. (U.S. Govern, Print. Office). Washington.
- SERRANO, F. (1979). "Los Foraminíferos planctónicos del Mioceno superior de la cuenca de Ronda y su comparación con los de otras áreas de las cordilleras Béticas". Tesis Doctoral, Univ. Málaga, pp. 9-272, 40 láms., 54 figs., Málaga.
- SIERRO, F. J., CIVIS, J. & GONZALEZ DELGADO, J. A. (1982). Estudio de los Foraminíferos del Neógeno de Niebla (Huelva). Stvd. Geol. Salmant., v. 17, pp. 67-87, 2 láms., Salamanca.
- SIERRO, F. J., CIVIS, J. & GONZALEZ DELGADO, J.A. (1983). Nuevas aportaciones al Neógeno de la provincia de Huelva. Stvd. Geol. Salmant. v. XIX, pp. 139-149, 1 fig., 2 láms., Salamanca.
- SIERRO, F. J. (1984 a). Foraminíferos planctónicos y Bioestratigrafía del Mioceno superior-Plioceno del borde occidental de la cuenca del Guadalquivir (S.O. de España). Tesis Doctoral. Univ. de Salamanca, pp. 391, 47 Figs. 23 láms. (Inédita).
- SIERRO, F. J. (1984 b). Foraminíferos planctónicos y bioestratigrafía del Mioceno superior-Plioceno del borde occidental de la cuenca del Guadalquivir (S.O. de España). Ed. Univ. de Salamanca. Serie Resúmenes de Tesis Doctorales, pp. 7-34, 7 Figs. Salamanca.
- STAINFORTH, R.M. et al. (1975). "Cenozoic planktonic Foraminiferal zonation and characteristics of index forms". Univ. Kansas Pal. Contrib. Art. 62, pp. 13-162, Appendix, pp. 163-425, Lawrence.
- TJALSMA, R.C. (1971). "Stratigraphy and Foraminifera of the Neogene of the Eastern Guadalquivir Basin (Southern Spain)". Utrecht Mic. Bull., n° 4, pp. 1-161, 16 pls., Utrecht.
- VAN DER SZWAAN, G. J. (1982). "Paleoecology of Late Miocene Mediterranean Foraminifera". Utrecht Mic. Bull., n° 25, pp. 202, 15 pls., 65 figs., Utrecht.
- VERDENIUS, J.G. (1970). "Neogene stratigraphy of the western Guadalquivir (Southern Spain)". Utrecht Mic. Bull., n° 3, pp. 1-109, 12 figs., 9 pls., Utrecht.
- VIGUIER, C. (1974). "Le Néogène en Andalousie Nord-Occidentale (Espagne)". Tesis de Doctorado, Univ. de Bordeaux I, 450 pp., Bordeaux.
- WERNLI, R. (1977). "Les Foraminifères planktoniques de la limite Mio-Pliocène dans les environs de Rabat (Maroc)". Eclog. Geol. Helvet., v. 70, n° 1, pp. 143-191, Basel.
- WERNLI, R. (1978). "La base du Moghrebien est d'âge Pliocène moyen (zone a *G. crassaformis*) dans la Mamora (Maroc)". Arch. Sci., v. 31, n° 2, pp. 129-132, París.
- WERNLI, R. (1979). "Le Pliocène de la Mamora (Maroc). Stratigraphie et Foraminifères planktoniques". Eclog. Geol. Helvet., v. 72, n° 1, pp. 119-143, 3 pls. Basel.

- ZACHARIASSE, W.J. (1975). "Planktonic Foraminiferal biostratigraphy of the Late Neogene of Crete (Greece)". Utrecht Mic. Bull., n° 11, pp. 1-171, 17 pls., Utrecht.
- ZACHARIASSE, W.J. (1979a). "The origin of *Globorotalia conomiozea* in the Mediterranean and the value of its entry level in biostratigraphic correlations". Ann. Geol. Pays Hellen. t. hors serie, fasc. 3, pp. 1281-1292, VIIth. Int. Cong. Med. Neog., Athens 1979.
- ZACHARIASSE, W.J. (1979b). "Planktonic Foraminifera from section Pothamidha 1: taxonomic and phyletic aspects of keeled Globorotaliids and some paleoenvironmental estimates". Utrecht Mic. Bull., n° 21, pp. 129-166, 7 figs., 3 tbs., 3 pls., Utrecht.

Presentado el 13-VI-84