CRONOESTRATIGRAFÍA DE LA SUCESIÓN VOLCANO-SEDIMENTARIA DEL ÁREA DE CARBONERAS (SIERRA DE GATA, ALMERÍA)

F.Serrano (*) y J.M.González Donoso(*)

(*) Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad. 29071.-Málaga.

RESUMEN

En el área de Carboneras, parte septentrional de la Sierra de Gata, la sucesión volcano-sedimentaria está constituida por dos conjuntos litológicos: uno inferior volcano-sedimentario, cuya parte más alta es la "Brecha roja de Carboneras" y otro sedimentario postvolcánico. Cada uno de estos conjuntos contiene materiales con foraminíferos planctónicos, a partir de los cuales se ha establecido la cronoestratigrafía de la sucesión.

En el conjunto volcano-sedimentario, las margas intercaladas contienen *Globorotalia mediterranea* Catalano y Sprovieri y *G.* gr. *menardii* (Parker, Jones y Brady). Esta asociación es característica del Messinense basal.

Las muestras de la "Brecha roja" han suministrado asociaciones messinenses con componentes tortonenses resedimentados. En la mayoría, *Neogloboquadrina* tiene enrollamiento sinistrorso, pero en dos de ellas es dextrorso. Se concluye que la etapa de relleno de los huecos y grietas de esta formación tuvo lugar durante el Messinense "inferior" y parte del "superior", variable en función de la topografía submarina.

La sedimentación estratiforme postvolcánica se inició, según nuestros datos, en el Messinense "superior", posteriormente a la aparición de *Globigerinoides elongatus* (d'Orbigny) y un poco antes del cambio del sentido de enrollamiento en *Neogloboquadrina* (sinistrorso-dextrorso) que antecede al inicio de la sedimentación evaporítica. No obstante, en algunos puntos aún quedarían relieves submarinos sin cubrir, en los que sólo se retenían las partículas atrapadas en las grietas de la "Brecha roja".

Palabras clave: Carboneras, Cronoestratigrafía, Foraminíferos planctónicos, Serie volcano-sedimentaria, Sierra de Gata.

ABSTRACT

In the Carboneras area, North Sierra de Gata, the volcanic-sedimentary sequence is composed of two litologic ensembles: a lower volcanic-sedimentary ensemble with the 'Carboneras Red Breccia' in the uppermost part and a sedimentary postvolcanic ensemble. Each of these units contains materials with planktonic foraminifera, which were used to establish the chronostratigraphy of the succession.

In the volcanic-sedimentary ensemble, the intercalated marls contain *Globorotalia mediterranea* Catalano & Sprovieri and *G.* gr. *menardii* (Parker, Jones & Brady). This association is typical of the lowermost Messinian.

The "Red Breccia" samples have got messinian associations with reworked tortonian components. In the most, *Neogloboquadrina* possesses a sinistral development, but in some, it is dextral. The stuffing interval of the formation gaps and fissures occurs in the "Lower" Messinian and the "Upper" Messinian part, according to the submarine topography.

The postvolcanic layering sedimentation began essentially in the "Upper" Messinian, after *Globigerinoides elongatus* (d'Orbigny) FAD and before the sinistral-dextral exchange in the development of the *Neogloboquadrina,* which occurs previously to the evaporitic sedimentation. Nevertheless, some submarine zones are not covered and only the particles captured in the fissures of the "Red Breccia" are retained.

Key words: Carboneras, Chronoestratigraphy, Planktonic foraminifera, Volcanic-sedimentary sequence, Sierra de Gata.

Serrano,F. y González Donoso,J.M. (1989): Cronoestratigrafía de la sucesión volcano-sedimentaria del área de Carboneras (Sierra de Gata, Almería). *Rev. Soc. Geol. España,* 2: 143-151.

Serrano,F. y González Donoso,J.M. (1989): Chronostratigraphy of the volcanic-sedimentary sequence of the Carboneras area (Sierra de Gata, Almería). *Rev. Soc. Geol. España,* 2: 143-151.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio del volcanismo de Sierra de Gata ha sido abordado por diversos investigadores españoles y extranjeros (v.g. Calderón, 1882; Osann, 1891; Fuster *et al.*, 1965; López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1980; Bellon *et al.*, 1983, Bordet, 1985; etc.). Sin embargo, son escasos los trabajos paleontológicos sobre los materiales sedimentarios relacionados con los volcánicos (Saavedra, 1966) limitándose, la mayoría de los autores, a breves referencias sobre sus características lito y bioestratigráficas; a consecuencia de ello, no se conoce aún con precisión la cronoestratigrafía de las sucesiones volcano-sedimentarias. Con objeto de alcanzar un mayor conocimiento sobre este aspecto, se está estudiando actualmente el contenido micropaleontológico, fundamentalmente en foraminíferos planctónicos, de estos materiales sedimentarios.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos sobre el área de Carboneras, parte septentrional de la Sierra de Gata. La existencia de materiales sedimentarios ricos en foraminíferos planctónicos, a distintos niveles estratigráficos, permite un buen control cronoestratigráfico de las sucesiones volcano-sedimentarias en esta región.

2. LA SUCESIÓN VOLCANO-SEDIMENTARIA

En el área de Carboneras, entre las inmediaciones del propio pueblo y el río Carboneras, se pueden distinguir dos conjuntos litológicos (fig. 1).

— Un conjunto inferior volcano-sedimentario, esencialmente asignable a período de volcanismo azul o tipo B de Bellon *et al.* (1983). La parte más alta de este conjunto está constituida por la "Brecha roja de Carboneras", formación definida por Bordet *et al.* (1982) y equivalente al "Conglomerado de matriz detrítica" de Coello y Castañón (1965).

— Un conjunto sedimentario postvolcánico, desarrollado a partir del Mioceno terminal, con gran variedad de facies y discordancias menores entre materiales de diferentes edades. En este trabajo sólo se

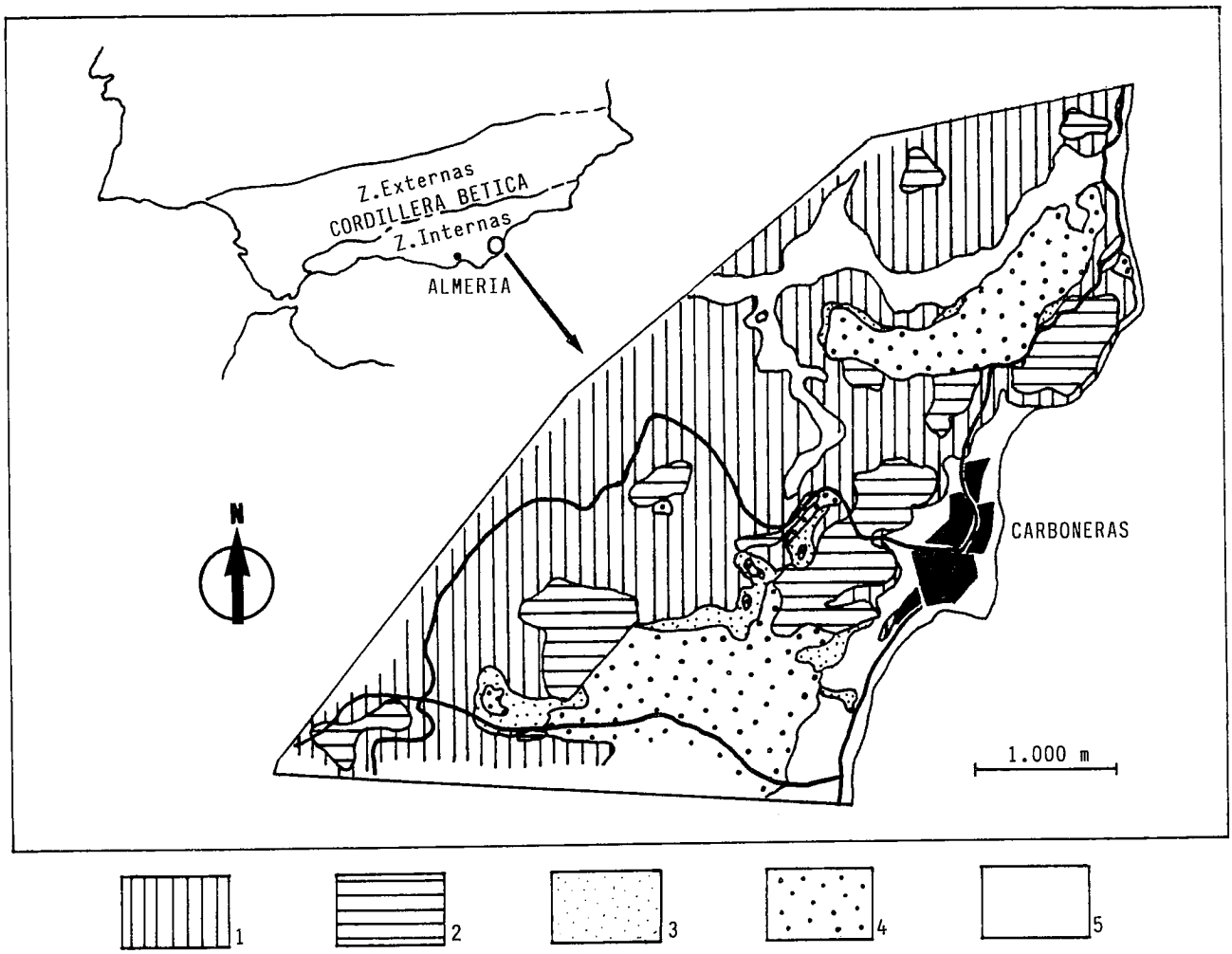


Fig. 1.-Localización geográfica y esquema geológico del área de Carboneras. 1: Volcanitas inferiores. 2: Volcanitas superiores y "Brechas roja". 3: Messinense post-volcánico. 4: Plioceno. 5: Depósitos cuaternarios.

Fig. 1.-Geographical setting and geological map of the Carboneras area. 1: Lower volcanites. 2: Upper volcanites and "Red Breccia". 3: Post-volcanic Messinian. 4: Pliocene. 5: Quaternary deposits.

tratarán los niveles basales, directamente en contacto con el conjunto anterior.

2.1. Conjunto volcano-sedimentario.

Los términos más bajos de la sucesión volcano-sedimentaria observables en el área de Carboneras son unos niveles tufíticos verdosos, que afloran en la salida Sur del pueblo. Las tufitas están compuestas, mayoritariamente, por partículas de origen volcánico; junto con ellas, se encuentran escasos fragmentos de rocas metamórficas. Los materiales de granulometría fina son dominantes, aunque se intercalan niveles calcareníticos centimétricos con un contenido notablemente mayor de fragmentos de rocas y partículas carbonatadas esferoidales.

En su aspecto externo, las tufitas recuerdan a las que afloran extensamente en el área de Los Escullos y otros puntos de la Sierra de Gata (S. José, El Plomo, etc.) asociadas a niveles calcareníticos con fauna.

Sobre los niveles tufíticos verdes, descansa un tramo de al menos 100 m de potencia máxima, constituido por andesitas y dacitas anfibólicas de colores gris-azulados y verdosos, que se presentan, predominantemente, como aglomerados de bloques con proporciones variables de lapillis y cenizas. Hacia la parte alta, los aglomerados están atravesados, ocasionalmente, por fisuras rellenas de un material de aspecto arcilloso, mayoritariamente constituido por partículas procedentes de la roca volcánica, pero en el que también se encuentran algunos restos de organismos.

Inmediatamente al N de la desembocadura del río Carboneras se levanta un cerro de 96 m de altura. En su flanco meridional, a media ladera, se observa un tramo de unos 5 metros de margas blanquecinas, muy ricas en foraminíferos planctónicos, que reposan sobre las volcanitas citadas anteriormente. Sus niveles basales contienen abundantes granos glauconíticos que, con frecuencia, son moldes internos de organismos. Los últimos niveles de este tramo se enriquecen en componentes volcánicos, adquiriendo un color de alteración pardo-amarillento, al tiempo que la fauna desaparece bruscamente. Se trata, pues, de un nivel tufítico que anuncia un nuevo período de actividad volcánica en la región. En la ladera sureste del cerro mencionado, inmediatamente encima de las margas, puede observarse un nuevo tramo de volcanitas constituido por dacitas masivas verdosas o verdoso-rojizas en las que destacan, como en las inferiores, los grandes cristales de anfíbol negro. En este punto, sólo se observan unos metros del tramo a causa de que la secuencia se interrumpe en una superficie de discontinuidad. Incluso, lateralmente las volcanitas superiores desaparecen completamente y la discontinuidad afecta al nivel margoso. En otros puntos (Las Madriguericas, cerro de cota 189 a unos 2 Km de Carboneras en dirección NO, y otros) la parte alta de la serie está representada más extensamente y se aprecia que las dacitas, verdosas en corte fresco, adquieren tonalidades pardo-rojizas por alteración superficial.

2.1.1. *La "Brecha roja de Carboneras".*

El tramo superior de las volcanitas aparece con frecuencia afectado por fenómenos tecto-gravitatorios de magnitudes variables. En unos casos, como ocurre en el Cerro Majada (donde alcanza una potencia máxima de unos 75 m) y en la Loma de la Cañada, el proceso se limita a la formación de una red de fisuras, más o menos densa, que dan a la roca un aspecto brechoide, de bloques poliédricos, sin que se perciba un movimiento notable entre ellos. En otros casos, como en la parte alta del citado cerro de cota 96, al N de la desembocadura del río Carboneras, o en el Km 15'2 de la nueva carretera a Carboneras, se observa una disposición caótica de bloques y fragmentos menores de estas rocas sobre la discontinuidad citada en el epígrafe anterior. Ocasionalmente, la discontinuidad está jalonada por masas calcáreas y calcareníticas, quizás de origen olistolítico. Todo esto parece indicar que partes de las volcanitas han sufrido movimientos con componente horizontal, provocando su brechificación.

En todos los casos, las fisuras y huecos que quedan entre los bloques de roca volcánica están rellenos de sedimentos marinos carbonatados de color rojo, generalmente ricos en restos orgánicos y con un contenido en detríticos variable. Mayoritariamente corresponden a *"wackestones"* y *"packstones"*, aunque no son raros los términos más extremos; en los casos de *"mudstones"* y *"wackestones"* pobres en granos, es frecuente la presencia de laminaciones. La distinta procedencia de los componentes de estos sedimentos fué analizada en un trabajo anterior (González Donoso y Serrano, 1988). Cavidades rellenas de sedimentos marinos han sido denominadas, sobre todo a partir de la década de los setenta, diques neptúnicos (cf. González Donoso *et al.* 1983) aunque, preferentemente, el término ha sido utilizado para referirse a cavidades de origen cárstico, desarrolladas en materiales carbonatados o yesíferos.

La alteración superficial de los bloques de roca volcánica y el propio color de los sedimentos carbonatados dan unas tonalidades pardo-rojizas características al conjunto; esto, unido a su particular configuración, permite que pueda ser cartografiado separadamente.

Coello y Castañón (1965), que denominaron a estos materiales "Conglomerados de matriz detrítica", consideraron que podrían ser parte de una colada que irrumpiría en el mar, enfriándose bruscamente, cuarteándose y mezclándose con lodo y fango. Sin embargo, contrariamente a la opinión de estos autores, las características del material que rellena las fisuras, con laminaciones no deformadas, cantos de desplome de la roca de caja y su distribución general en la formación, indican claramente que se introdujo con posterioridad al movimiento y consolidación del material magmático.

Posteriormente, Bordet *et al.* (1982) indicaron que estos materiales, a los que denominaron "Brecha roja de Carboneras" constituían un olistostroma originado por una intumescencia magmática que afectaría a una antigua roca volcánica. Durante el deslizamiento olis-

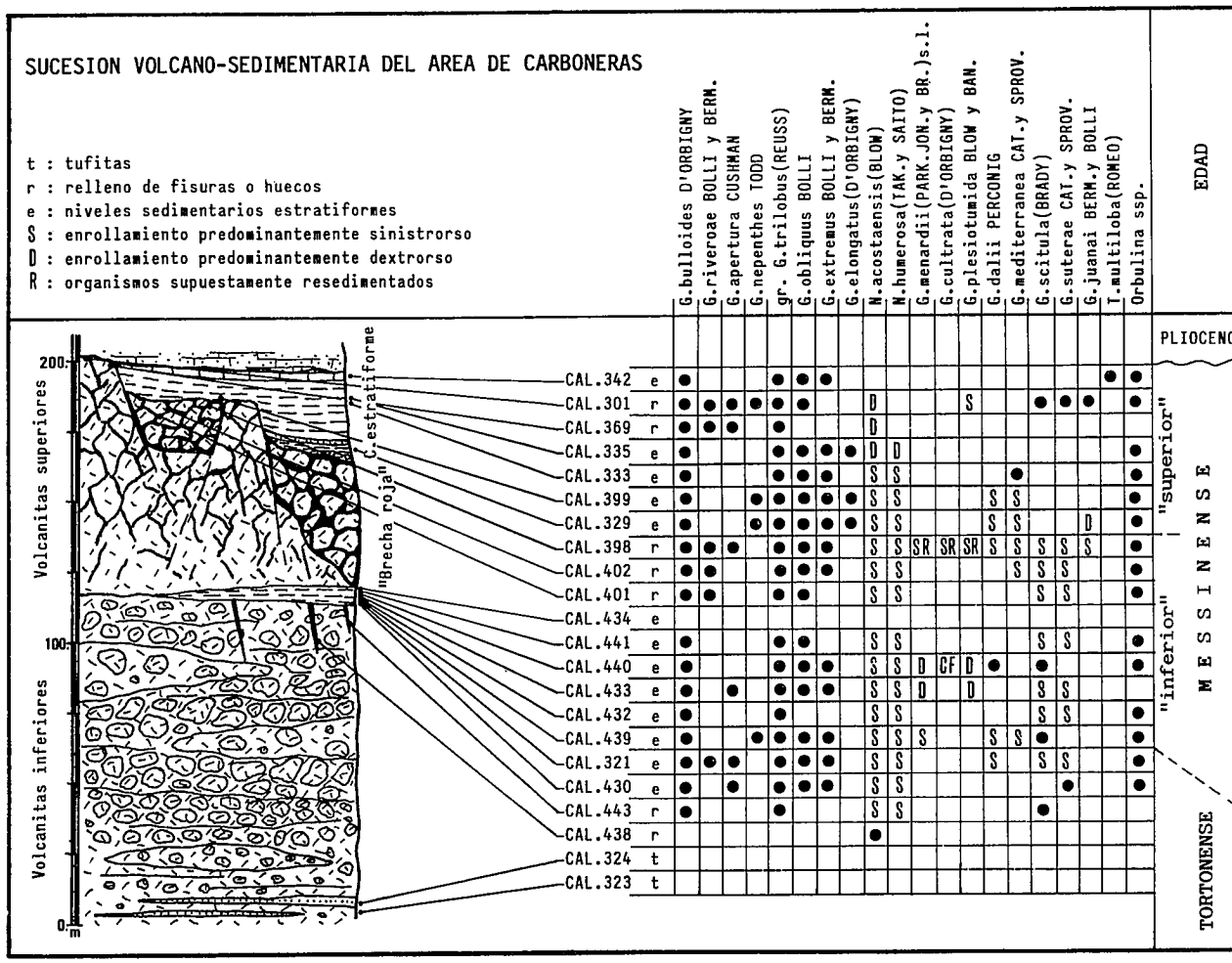


Fig. 2.-Distribución de los foraminíferos planctónicos y edad de las muestras tomadas en distintos tramos de la serie volcano-sedimentaria de Carboneras.

Fig. 2.-Distribution of planktonic foraminifera and age of the samples collected from several lithological units of the Carboneras volcanic-sedimentary sequence.

tostrómico se habrían formado multitud de fisuras por tracción, que se rellenarían esencialmente de barro pelágico y bioclastos. Efectivamente, el conjunto de la fisuración no se asemeja en nada a la red que presentan las coladas y domos con estructuras columnares (aunque algunas grietas pudieran haberse originado por retracción térmica) y, por otra parte, como se ha indicado previamente, hay argumentos para aceptar la existencia de movimientos tecto-gravitatorios. Pero las traslaciones subhorizontales parecen afectar solo a partes localizadas de la masa volcánica y ser de pequeña magnitud, por lo que el término olistostroma quizás no sea el más apropiado.

2.2. El conjunto sedimentario postvolcánico.

La topografía submarina desarrollada tras la formación del complejo volcano-sedimentario debió ser muy accidentada, lo que podría explicar, en parte, las variaciones de espesor de la secuencia sedimentaria messinense suprayacente.

En la Loma del Pinico (1 Km al SO de Carboneras) los niveles basales están constituidos por conglomerados alimentados predominantemente por los mismos materiales que componen la "Brecha roja". Bordet *et al.* (1982) señalaron, en estos niveles, la presencia de cantos de granitoides procedentes de áreas más orientales, actualmente sumergidas. Sobre ellos descansa un conjunto de unos 30 m constituido, predominantemente, por margas más o menos silíceas, con algún nivel calcarenítico intercalado en la parte baja. Hacia el techo, la serie se hace más calcárea y contiene finas intercalaciones de arcillas verdes y, en la parte más alta, láminas de yeso.

En otros puntos (v.g., carretera Carboneras-Almería, Km. 15'1), donde la potencia se reduce a la decena de metros, solamente está representada la parte alta, según se infiere a partir del control faunístico y estratigráfico. En fin, en la parte oriental de la Loma de la Cañada (2 Km al N. de Carboneras) los materiales pliocénicos llegan a descansar directamente sobre la "Brecha roja" y solo localmente se encuentran intercalados algunos metros de la serie messinense.

3. CONTENIDO MICROPALEONTOLOGICO

3.1. Conjunto volcano-sedimentario.

Las muestras tomadas en las tufítas basales han resultado azoicas. Los granos carbonatados, que recuerdan la morfología de "pellets", tienen los núcleos ocupados por material volcánico, lo que parece indicar que se tratan de concreciones diagenéticas. Cabe la posibilidad de que el carbonato tenga procedencia orgánica y haya sido redistribuido en la diagénesis.

Las muestras (CAL-438 y CAL-443) tomadas en el material que rellena las fisuras de las volcanitas inferiores, por debajo del tramo margoso, contienen una escasa microfauna, constituida fundamentalmente por foraminíferos planctónicos. Entre ellos, es frecuente la presencia de individuos sinistrorsos de *Neogloboquadrina* predominantemente con morfologías de *N. acostaensis* (Blow) y *N. incompta* (Cifelli) aunque también se encuentran morfotipos asignables a *N. humerosa* (Takayanagi y Saito). A pesar de que hay pocos elementos para precisar la datación, todo es congruente con una edad Tortonense superior.

Las margas intercaladas en el conjunto volcano-sedimentario suministran un gran volumen de microfauna en relación a la cantidad de material lavado. Abundan los foraminíferos planctónicos, pero también son frecuentes los foraminíferos bentónicos de profundidades medias, ostrácodos, restos de peces y de equinodermos, etc.

Entre los foraminíferos planctónicos, predomina netamente *Neogloboquadrina* con enrollamiento sinistrorso, siendo muy abundante el morfotipo *N. humerosa* (Takayanagi y Saito). Otras formas con interés bioestratigráfico, presentes generalmente en las muestras, son *Globorotalia suterae* Catalano y Sprovieri y *Globigerinoides extremus* Bolli y Bermúdez, identificándose además globigerinas con abertura amplia, como *G. apertura* Cushman y *G. riveroae* Bolli y Bermúdez. Esta asociación es característica de un intervalo que abarca desde la parte alta del Tortonense "superior" hasta niveles del Messinense un poco anteriores a la sedimentación evaporítica, cuando el enrollamiento de *Neogloboquadrina* cambia a dextrorso.

En algunas de las muestras recogidas han aparecido otros organismos bioestratigráficamente interesantes, que merecen ser comentados con detalle. Concretamente, en una de las muestras (CAL-439) tomada en los niveles inferiores del tramo, han aparecido globorotalias carenadas, mayoritariamente formas sinistrorsas que pueden ser asimiladas a los morfotipos *G. dalii* Perconig y *G. mediterranea* Catalano y Sprovieri y, junto con ellas, formas asimilables al grupo de *G. menardii* (Parker, Jones y Brady) con morfologías referibles a *G. pseudomiocenica* Bolli y Bermúdez y a *G. menardii* forma 4 de Tjalsma. En estas últimas formas también predomina el enrollamiento sinistrorso, aunque se ha encontrado algún ejemplar dextrorso.

La presencia de *G. mediterranea* restringe el intervalo indicado a edades messinenses. Pero, en niveles un poco más altos (CAL-433, CAL-440), hacia la parte media-alta del tramo, las margas contienen globorotalias carenadas predominantemente dextrorsas, con morfologías asimilables a *G. plesiotumida* Blow y Banner, *G. pseudomiocenica* y *G. mernardii* formas 4 y 5 de Tjalsma, mientras que en una muestra superior (CAL-441), con abundante fauna, no se encuentran ningún tipo de globorotalias carenadas.

En la cuenca de Sorbas (González Donoso y Serrano, 1977) aparecen globorotalias dextrorsas con estas características en niveles inmediatamente anteriores al de aparición de *G. mediterranea.* La aparente inversión de los sucesos bioestratigráficos detectados en una y otra área, puede ser debido a que, en la cuenca de Sorbas, dichos niveles se encuentran justo por encima de un tramo calcarenítico (miembro Azagador) muy poco propicio para el control bioestratigráfico por medio de foraminíferos planctónicos. Puede suceder, por tanto, que el momento de aparición de las primeras *G. mediterranea* coincida con el depósito del miembro Azagador. Por otra parte, con motivo de esta problemática, se han revisado los materiales atravesados en el sondeo 13 de la desembocadura del río Vélez (Carrasco *et al.,* 1977) detectándose la presencia de ejemplares típicos de *G. mediterranea* sinistrorsa, junto con *G.* gr. *menardii* dextrorsa, a los 49 m. (unos 5 m. por debajo de lo que se indicó en el trabajo anterior, 43'8 m.); entre ambas muestras se siguen encontrando *G.* gr. *menardii* dextrorsa pero no acompañadas por *G. mediterranea.* Así pues, la sucesión bioestratigráfica es similar en Carboneras y el Río Vélez.

Sierro (1985) ha insistido particularmente en los sucesos bioestratigráficos que se detectan en las proximidades del límite Tortonense-Messinense y, entre ellos, cita la aparición de abundantes formas dextrorsas del grupo de *G. mernadii* y la progresiva sustitución, en un corto intervalo de tiempo, del grupo de *G. menardii* por las formas sinistrorsas del grupo de *G. miotumida* (=grupo de *G. dalii-G. mediterranea).*

En resumen, todo parece indicar que, si utilizamos la primera aparición (B.P.A.) de *G. mediterranea* para marcar el inicio del Messinense, el tramo de margas, intercalado en la parte alta del conjunto volcano-sedimentario inferior, debió depositarse durante el Messinense basal. Los datos radiométricos aportados por Bellon *et al.* (1983) relativos al volcanismo B o azul, indican edades claramente más antiguas, comprendidas entre 11'8 ±0'6 y 9'35 ±0'45 m.a., lo que sitúa la actividad volcánica hacia el Tortonense "inferior" e, incluso, el final del Serravallense. Si las muestras datadas radiométricamente provienen de rocas originadas en las primeras etapas de este magmatismo, la actividad volcánica B se extendería durante un prolongado lapsus de tiempo, al menos desde el final del Serravallense hasta el Messinense basal.

3.1.1. *La "Brecha roja de Carboneras".*

Como ya se ha indicado en la descripción de los materiales, el relleno de los huecos y grietas de la "Bre-

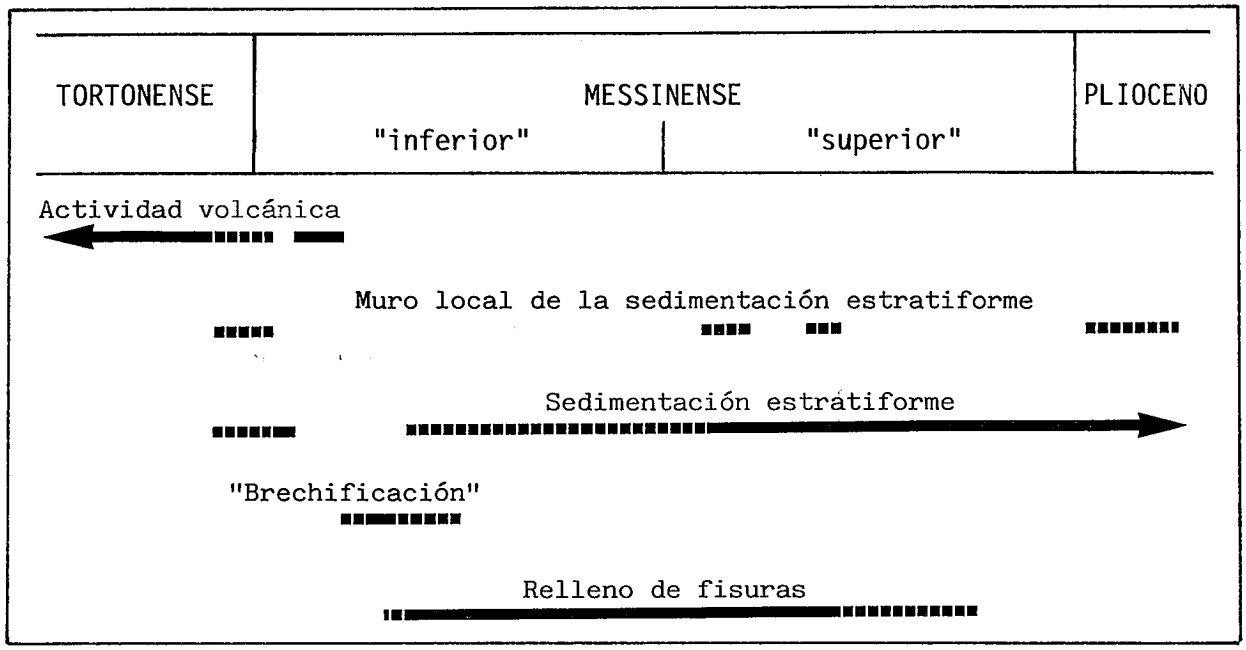


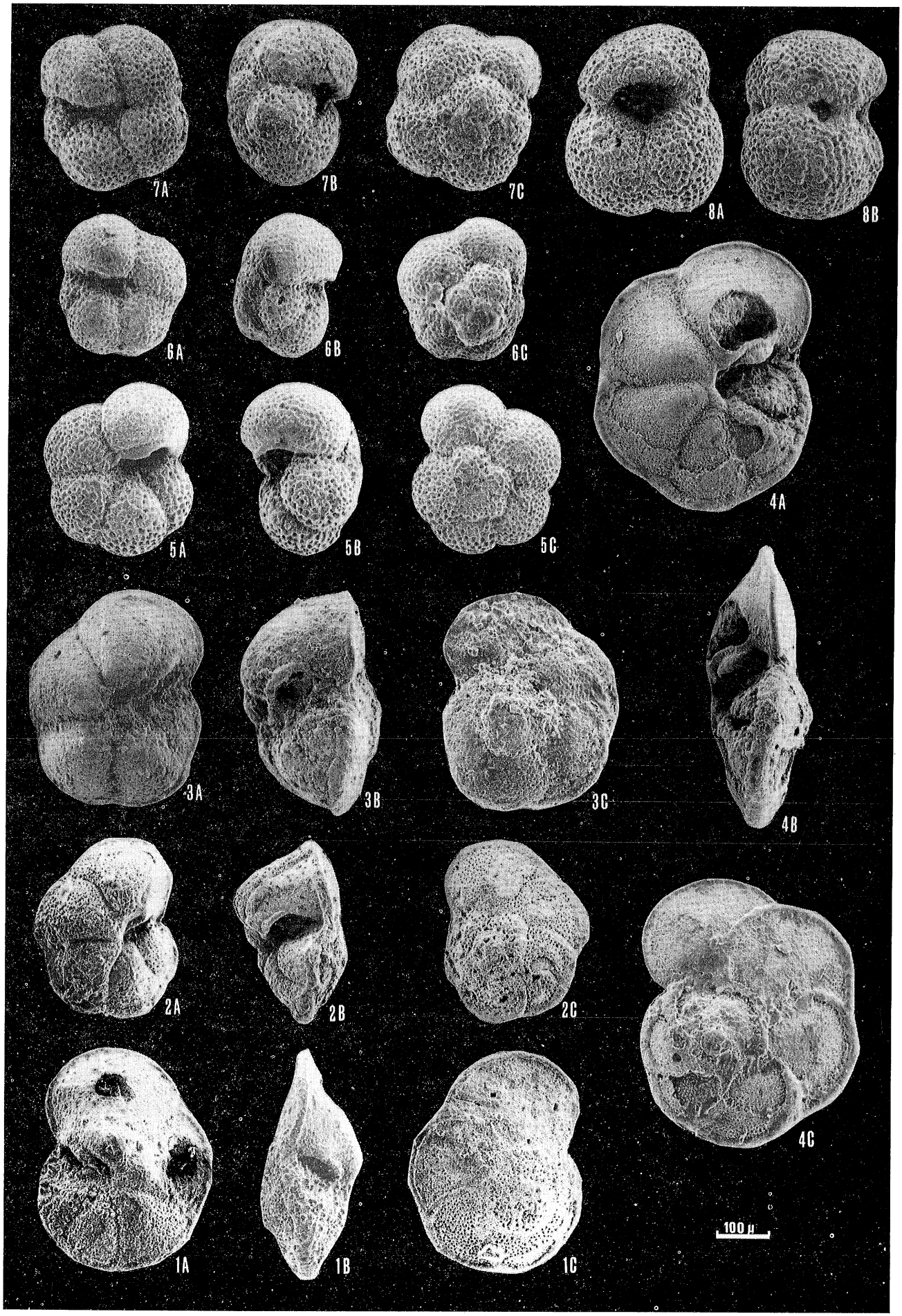
Fig. 3.-Cronología de los sucesos geológicos más importantes.
Fig. 3.-Chronology of the main geological events.

cha roja'' es rico en restos orgánicos. Bordet *et al.* (1982) han referido una larga lista de organismos identificados en estos materiales, a partir de los cuales dedujeron la batimetría de la cuenca donde se instaló la formación. Por otra parte, en un trabajo previo (González Donoso y Serrano, 1988) indicamos las asociaciones de foraminíferos planctónicos que encontramos en diferentes muestras y planteábamos las distintas posibilidades sobre la edad de la etapa de relleno. En el momento actual, con datos bio y cronoestratigráficos de materiales inferiores y superiores, se puede precisar bastante más.

Concretamente, la mayoría de las muestras contienen neogloboquadrinas con enrollamiento sinistrorso, entre las que son frecuentes los ejemplares del morfotipo *N. humerosa.* Junto con ellas, en algunas muestras han aparecido *G. mediterranea, G. suterae, G. extremus,* etc., una asociación característica del Messinense previo a la crisis finimiocnica. La ausencia de *G. mediterranea* en otras muestras, no sería indicativa de una edad Tortonense, habida cuenta de la existencia de materiales del Messinense basal bajo la ''Brecha roja'', sino de unas condiciones paleoecológicas desfavorables o de un defecto de búsqueda.

Las muestras CAL-301 y CAL-369 (procedentes de la Loma de la Cañada y de la antigua carretera de Almería a Carboneras, a la altura del cementerio) contienen neogloboquadrinas predominantemente dextrorsas, entre las que no se encuentra el morfotipo *N. humerosa,* aunque sí están presentes otras formas del Tortonense superior-Messinense, como *G. plesiotumida, G. suterae, G. apertura, G. riveroae,* etc. Lo más probable es que correspondan a rellenos depositados durante el Messinense ''superior'', con posterioridad al momento en que se produce el cambio del sentido de enrollamiento en *Neogloboquadrina,* de sinistrorso a dextrorso, y

Fig.4.-1. *Globorotalia plesiotumida* Blow y Banner. Margas intercaladas en volcanitas, muestra CAL-440. Messinense basal.
1. *Globorotalia plesiotumida* Blow y Banner. Intercalated marls in volcanites, sample CAL-440. Lowermost Messinian.
2. *Globorotalia mediterranea* Catalano y Sprovieri. Margas intercaladas en volcanitas, muestra CAL-439. Messinense basal.
2. *Globorotalia mediterranea* Catalano y Sprovieri. Intercalated marls in volcanites, sample CAL-439. Lowermost Messinian.
3. *Globorotalia mediterranea* Catalano y Sprovieri. ''Brecha roja'', muestra CAL-398. Messinense inferior.
3. *Globorotalia mediterranea* Catalano y Sprovieri. ''Red Breccia'', sample CAL-398. Lower Messinian.
4. *Globorotalia cultrata* (d'Orbigny), probablemente resedimentada. ''Brecha roja'', muestra CAL-398. Messinense inferior.
4. *Globorotalia cultrata* (d'Orbigny), probably reworked. ''Red Breccia'', sample CAL-398. Lower Messinian.
5. *Neogloboquadrina humerosa* (Takayanagi y Saito) con enrollamiento sinistrorso. ''Brecha roja'', muestra CAL-398. Messinense inferior.
5. *Neogloboquadrina humerosa*(Takayanagi y Saito) with sinistral development. ''Red Breccia'', sample CAL-398. Lower Messinian.
6. *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow) con enrollamiento dextrorso. ''Brecha roja'', muestra CAL-301. Messinense superior.
6. *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow) with dextral development. ''Red Breccia'', sample CAL-301. Upper Messinian.
7. *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow) con enrollamiento dextrorso. Conjunto sedimentario postvolcánico, muestra CAL-335. Messinense superior.
7. *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow) with dextral development. Sedimentary postvolcanic ensemble, sample CAL-335. Upper Messinian.
8. *Globigerinoides elongatus* (d'Orbigny). Conjunto sedimentario postvolcánico, muestra CAL-329. Messinense superior.
8. *Globigerinoides elongatus* (d'Orbigny). Sedimentary postvolcanic ensemble, sample CAL-329. Upper Messinian.


7A
7B
7C
8A
8B
6A
6B
6C
4A
5A
5B
5C
3A
3B
3C
4B
2A
2B
2C
4C
1A
1B
1C
100 µ

muy poco antes del comienzo de la sedimentación evaporítica. La ausencia de *N. humerosa* podría constituir un argumento a favor de esta hipótesis, puesto que también se ha observado en materiales del Messinense "superior" de otras regiones. Este relleno tan tardío, posterior al comienzo de la sedimentación estratiforme sobre la "Brecha roja" en otros puntos, presumiblemente se produciría en zonas topográficamente elevadas. En apoyo de esta idea, puede citarse el hecho de que en las proximidades de los puntos de procedencia de estas dos muestras, el Plioceno descansa directamente sobre la "Brecha roja", lo que podría indicar que allí no llegó a ser cubierta por los materiales estratificados messinenses, aunque la posibilidad de una erosión prepliocénica no puede ser descartada.

Una última observación a señalar sobre el contenido micropaleontológico, es la presencia de formas extrañas en asociaciones mediterráneas del Messinense no basal, en especial *G. cultrata* (d'Orbigny), en una muestra que también contiene *G. mediterranea.* Este fenómeno podría ser debido a que parte de la microfauna está resedimentada, proviniendo de niveles equivalentes a las margas del conjunto volcano-sedimentario inferior o algo más bajas. La distinta conservación de unas y otras refuerza la idea anterior y el hecho de que las *G. cultrata* (presumiblemente resedimentadas) están mejor conservadas que las *G. mediterranea* se podría explicar si las primeras se introdujeron en las fisuras embaladas en material margoso. De hecho, la muestra de la que proceden tiene abundantes corales solitarios rellenos de un material margoso, blanco-amarillento, muy distinto al calcáreo rojizo que los envuelve; es posible que tanto los corales como la marga que los rellena sean también resedimentados.

En resumen, se puede concluir que las últimas volcanitas del área de Carboneras y los procesos tecto-gravitatorios que dieron lugar a la "Brecha roja" quedan muy bien delimitados en el tiempo, pues son posteriores al Messinense basal en que se depositaron las margas infrayacentes y anteriores a los primeros materiales que rellenan los diques. Es decir se tuvieron que producir en el mismo Messinense "inferior", probablemente en una etapa temprana. Durante el resto del Messinense "inferior" y parte del Messinense "superior", se fueron rellenando los huecos y grietas, solapándose en el tiempo con la sedimentación estratiforme, de forma que, mientras en áreas deprimidas la "Brecha roja" quedó cubierta pronto, en las más altas topográficamente la etapa de relleno pudo perdurar hasta momentos próximos al inicio de la crisis finimiocénica.

3.2. Materiales postvolcánicos estratiformes.

Dejando aparte los niveles de conglomerados que localmente inician el conjunto sedimentario postvolcánico, las margas que se encuentran a continuación son muy ricas en foraminíferos planctónicos. En la Loma del Pinico, los niveles más bajos contienen una asociación constituida, entre otros, por *G. mediterranea,* neogloboquadrinas sinistrorsas, en las que predomina el morfotipo *N. humerosa,* y *Globigerinoides* gr. *obliquus* Bolli, entre los que ya se encuentra la forma *G. elongatus* (d'Orbigny) aunque el morfotipo más abundante es *G. extremus.* Esta asociación caracteriza la biozona de *G. mediterranea,* subzona de *G. elongatus* (Serrano, 1979) y, en términos cronoestratigráficos, correspondería a un Messinense "superior", parte baja. En la parte alta de la serie se detectan los sucesos que suelen anunciar el comienzo de la crisis finimiocénica. Así a unos 20 m de la base (CAL-333), se denota un aumento muy notable de *Uvigerinidae* y *Buliminidae* y unos tres metros más arriba (CAL-335) se produce el cambio sinistrorso-dextrorso en *Neogloboquadrina.* En el Km. 15'1 de la carretera de Carboneras a Almería, las primeras capas margosas (CAL-399) ya contienen abundantísimos *Uvigerinidae* y *Buliminidae,* lo que podría indicar que la sedimentación estratiforme se inició más tardíamente (aunque, por supuesto, caben otras explicaciones).

En los escasos puntos de la Loma de la Cañada donde afloran las margas blanquecinas, no se ha podido precisar su edad, pues los restos orgánicos carbonatados han sido disueltos casi en su totalidad, encontrándose como moldes internos en glauconita, sin una morfogía suficientemente definida; en otros puntos, los materiales estratiformes pliocénicos reposan directamente sobre la "Brecha roja".

En conclusión, en el área de Carboneras, la sedimentación estratiforme postvolcánica se generalizó en una etapa relativamente alta del Messinense, posterior a la aparición de *G. elongatus* pero antes del cambio sinistrorso-dextrorso en *Neogloboquadrina,* es decir, hacia el comienzo del Messinense "superior". No obstante, los niveles basales muestran variaciones de edad, lo que indica que no se inició en todos los puntos al mismo tiempo; esto concuerda con la observación de que los rellenos de la "Brecha roja" en unos puntos, tienen la misma edad que los materiales estratiformes en otros.

4. CONCLUSIONES.

El estudio del contenido en foraminíferos planctónicos de los materiales sedimentarios relacionados con las volcanitas del área de Carboneras, permite concluir que la actividad magmática en el N de la Sierra de Gata, perduró hasta el Messinense "inferior".

La conjunción de los resultados bioestratigráficos y los datos geocronológicos existentes podría indicar que el magmatismo B o azul (Bellon *et al.* 1983) tuvo lugar desde el final del Serravallense hasta, al menos, comienzos del Messinense.

La "Brecha de Carboneras" se originó, probablemente, por procesos tecto-gravitatorios en una etapa temprana del Messinense "inferior". Aunque quedó instalada en un ambiente submarino, la topografía irregular del fondo provocó que durante una parte del Messinense, más o menos larga según los puntos, la sedimentación se limitara esencialmente al relleno de los huecos y fisuras que quedaron entre los bloques. Al co-

mienzo del Messinense "superior", la mayor parte del área estaba siendo cubierta por la sedimentación estratiforme, aunque en algunas zonas continuaba el relleno de los huecos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto PB85-315-CO2, financiado por la CAICYT.

BIBLIOGRAFÍA

Bellón,H., Bordet,P. y Montenat,C. (1983): Le magmatisme néogéne des Cordillères bétiques (Espagne). *Bull. Soc. Géol. France,* (7) 25: 205-217.

Bordet,P. (1985): Le Volcanisme miocene des Sierras e Gata et de Carboneras (Espagne du Sud-Est). *Doc. et Trav. 8 IGAL, París:* 70 p.

Bordet,P., Montenat,C., Ott d'Estevou,P. y Vachard,D. (1982): La brèche rouge de Carboneras: un olistostrome volcano-sédimentaire tortonien (Cordilleres bétiques orientales, Espagne). *Mem. Géol. Univ. Dijon,* 7, Livre Jub. Lucas, 285-300.

Calderón,S. (1882): Estudio petrográfico sobre las rocas volcánicas del Cabo de Gata e Isla de Alborán. España. *Bol. Com. Mapa Geol. de España,* 9: 34-414.

Carrasco,F., González Donoso,J.M., Linares,D., Rodríguez,P. y Serrano,F. (1977): Sobre la presencia de materiales del Mioceno superior en la desembocadura del Río Vélez (Málaga). *Cuad. Geol. Univ. Granada,* 8: 268-273.

Coello,J. y Castañón,A. (1965): Las sucesiones volcánicas de la zona de Carboneras (Almería). *Estudios Geol.,* 21: 145-166.

Fuster,J.M., Aguilar,M.J. y Garcia,A. (1965): Las sucesiones volcánicas en la zona del Pozo de los Frailes dentro del Vulcanismo Cenozoico del Cabo de Gata (Almería). *Estudios Geol.,* 21: 199-222.

González Donoso,J.M., Linares,D., Martín-Algarra,A., Rebollo,M., Serrano,F. y Vera,J.A. (1983): Discontinuidades estratigráficas durante el Cretácico en el Penibético (Cordillera Bética). *Estudios Geol.,* 39: 71-116.

González Donoso,J.M. y Serrano,F. (1977): Bio y Cronoestratigrafía de los materiales pre-evaporíticos de Sorbas (Almería). *Libro guía excursiones, Sem. Messinense, 3. Málaga,* 69-76.

González Donoso,J.M. y Serrano,F. (1988): Presencia de materiales messinienses en la Brecha Roja de Carboneras. *II Congr. Geol. España, SGE,* Granada, Comunicaciones, 1: 289-292.

López Ruiz,J. y Rodríguez Badiola,E. (1980): La región volcánica neógena del Sureste de España. *Estudios Geol.,* 36: 6-63.

Osann,A. (1981): Ueber den geologische Bau des Cabo de Gata. *Zt. Dtsch. Geol. Ges.,* 43: 323-346.

Saavedra,J.L (1966): Microfacies de los sedimentos intercalados entre las formaciones volcánicas del Cabo de Gata (Almería). *Not. Com. Inst. Geol. Min. España,* 86: 41-74.

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. Univ. Málaga, 272 p.

Sierro,F.J. (1985): The replacement of the *"Globorotalia menardii"* group by the *Globorotalia miotumida* group: an aid to recognizing the Tortonian-Messinian boundary in the mediterranean an adjacent atlantic. *Mar. Micropaleontol.* 9: 525-535.

Recibido el 12 de febrero de 1989
Aceptado el 28 de abril de 1989