

En este número:

- Nuevos Paleontínidos del yacimiento Infracretácico de la «Pedrera de Meía» (Lérida).
- × • Estudio de los sedimentos recientes de la plataforma continental gaditana entre Chipiona y Cabo Roche.
- Contribución al estudio del Nanoplacton Calcáreo del Neógeno en la provincia de Murcia.
- Revisión de la colección de Arqueociatos del Museo del Instituto Geológico y Minero de España.
- El yacimiento de estaño del Trasquilón (Cáceres): Una mineralización asociada a una cúpula granítica.
- × • Evolución hidroquímica en el río Guadalhorce (Málaga, España).

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. XCV. Cuarto Fascículo. Julio - Agosto 1984

# boletín geológico y minero

geología • minería • aguas subterráneas • geotecnia • estudios de minerales • mineralurgia



Tomo 95  
Fascículo IV  
Julio - Agosto 1984

# Boletín Geológico y Minero

12 DIC. 1984

revista bimestral de geología económica, industrias extractivas y de su beneficio - fundada en 1874 - 4.ª serie

## SUMARIO

<b>Geología</b>	J. E. GÓMEZ PALLEROLA: Nuevos Paleontínidos del yacimiento Infracretácico de la «Pedrera de Meía» (Lérida) ... .. 3
	M. SEGADO, J. M. GUTIÉRREZ, F. HIDALGO, J. M. MARTÍNEZ y F. CEPERO: Estudio de los sedimentos recientes de la plataforma continental gaditana entre Chipiona y Cabo Roche 12
	H. GARCÍA ABOIN: Contribución al estudio del Nanoplacton Calcáreo del Neógeno en la provincia de Murcia ... .. 27
	A. PAREJÓN: Revisión de la colección de Arqueociatos del Museo del Instituto Geológico y Minero de España ... .. 39
<b>Minería</b>	M. T. GONZÁLEZ AGUADO y P. GUMIEL: El yacimiento de estaño del Trasquilón (Cáceres): Una mineralización asociada a una cúpula granítica ... .. 56
<b>Geoquímica</b>	J. BENAVENTE HERRERA y F. CARRASCO CANTOS: Evolución hidroquímica en el río Guadalhorce (Málaga, España) ... .. 76
<b>Información</b>	J. M. LÓPEZ DE AZCONA: Mineros destacados del siglo XIX. Felipe Bauzá y Rábaxa (1802-1875) ... .. 85
	M. ARROYO QUIÑONES: «El poderoso retorno del carbón» ... .. 89
	Noticias y Notas Bibliográficas ... .. 96

### DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - 28003-Madrid

Teléfono 441 70 67

### ADMINISTRACION

Doctor Fleming, 7 - 28036-Madrid

Teléfono 250 02 03

## IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

Los derechos de propiedad de los trabajos publicados en esta obra fueron cedidos por los autores al Instituto Geológico y Minero de España.  
Queda hecho el depósito que marca la Ley.

#### EXPLICACION DE LA PORTADA

Aforo Vespella (Tarragona).  
Caudal, 20 litros por segundo.

Foto: División de Aguas Subterráneas del Instituto Geológico y Minero de España

ISSN 0366 - 0176

Depósito legal: M. 3.279 - 1958

Imprenta IDEAL, S. A. - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - 28016-MADRID

## Nuevos Paleontínidos del yacimiento Infracretácico de la «Pedrera de Meia» (Lérida)

Por J. E. GOMEZ PALLEROLA

### RESUMEN

Se dan a conocer en este trabajo cinco ejemplares inéditos de la familia Palaeontinidae (insectos hemípteros homópteros mesozoicos) del yacimiento de calizas litográficas del Cretácico Inferior de «La Pedrera de Meia» (Lérida), aportando nuevos datos acerca de su morfología. Se propone la creación de dos nuevos géneros.

### ABSTRACT

In this work appears five unpublished specimen of Palaeontinidae (family of Mesozoic insects) from the limestone lithographic bed of lower Cretaceous in «La Pedrera de Meia» (Lérida, Spain).

This work gets new facts about their morphology, so, to establish two more classes is suggested.

### INTRODUCCION

Los *Paleontinidae* son una familia de insectos hemípteros homópteros mesozoicos.

En 1873, BUTLER publica un trabajo acerca de un insecto fósil procedente del Jurásico Medio de Stonesfield, cerca de Oxford (*Palaeontina oolítica*), que atribuye a los lepidópteros Nymphalidos de la familia *Brassolidae*.

A partir de 1874, H. SCUDDER hace notar que por las características de las nerviaciones alares y principalmente por la presencia de una celdilla basal, aquel fósil no podía considerarse como un lepidóptero. La *Palaeontina oolítica*, se encontró también en el Jura pardo de Siberia.

P. OPPENHEIM, consideró a uno de estos ejemplares (*Paleocossus jurasicus* OPPENHEIM 1885) como un lepidóptero afín a los Cósidos.

En 1889, F. BRAUER, J. REDTENBACHER y L. GANGLBAUER, admiten que la *Palaeontina oolítica* y el *Paleocossus jurasicus* son sinónimos. Así, para ellos, la *Palaeontina oolítica* es un Cicádido que colocan dentro del género *Platypleura* de la fauna actual de Etiopía.

En 1902, recién abierta la cantera de calizas

litográficas de Santa María de Meyá, L. M. VIDAL, recoge un insecto (el primero hallado en el yacimiento) que muestra a OPPENHEIM, el cual determina, a priori, que aquel ejemplar corresponde a una Cícada. Este paleontólogo, por inaplazables ocupaciones, recomienda a VIDAL que consulte el fósil al especialista belga F. MEUNIER. Este examina el insecto y en un trabajo publicado por la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona el mismo año del hallazgo, lo clasifica como una Cícada, ratificando la opinión de OPPENHEIM, y lo denomina: *Palaeontina vidali* nov. sp. (foto 1).

En los años 1906-1908, el paleontólogo austriaco A. HANDLIRSCH, publica su tratado: «Die

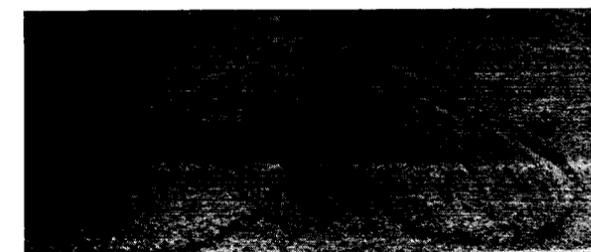


Foto 1.—*Palaeontina vidali*. MEUNIER, 1902.

# Nuevos Paleontínidos del yacimiento Infracretácico de la «Pedrera de Meia» (Lérida)

Por J. E. GOMEZ PALLEROLA

## RESUMEN

Se dan a conocer en este trabajo cinco ejemplares inéditos de la familia Palaeontinidae (insectos hemípteros homópteros mesozoicos) del yacimiento de calizas litográficas del Cretácico Inferior de «La Pedrera de Meia» (Lérida), aportando nuevos datos acerca de su morfología. Se propone la creación de dos nuevos géneros.

## ABSTRACT

In this work appears five unpublished specimen of Palaeontinidae (family of Mesozoic insects) from the limestone lithographic bed of lower Cretaceous in «La Pedrera de Meia» (Lérida, Spain).

This work gets new facts about their morphology, so, to establish two more classes is suggested.

## INTRODUCCION

Los *Palaentidae* son una familia de insectos hemípteros homópteros mesozoicos.

En 1873, BUTLER publica un trabajo acerca de un insecto fósil procedente del Jurásico Medio de Stonesfield, cerca de Oxford (*Palaeontina oolítica*), que atribuye a los lepidópteros Nymphálicos de la familia *Brassolidae*.

A partir de 1874, H. SCUDDER hace notar que por las características de las nerviaciones alares y principalmente por la presencia de una celdilla basal, aquel fósil no podía considerarse como un lepidóptero. La *Palaeontina oolítica*, se encontró también en el Jura pardo de Siberia.

P. OPPENHEIM, consideró a uno de estos ejemplares (*Paleocossus jurásicus* OPPENHEIM 1885) como un lepidóptero afín a los Cósidos.

En 1889, F. BRAUER, J. REDTENBACHER y L. GANGLBAUER, admiten que la *Palaeontina oolítica* y el *Paleocossus jurásicus* son sinónimos. Así, para ellos, la *Palaeontina oolítica* es un Cicádido que colocan dentro del género *Platypleura* de la fauna actual de Etiopía.

En 1902, recién abierta la cantera de calizas

litográficas de Santa María de Meyá, L. M. VIDAL, recoge un insecto (el primero hallado en el yacimiento) que muestra a OPPENHEIM, el cual determina, a priori, que aquel ejemplar corresponde a una Cícada. Este paleontólogo, por inaplazables ocupaciones, recomienda a VIDAL que consulte el fósil al especialista belga F. MEUNIER. Este examina el insecto y en un trabajo publicado por la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona el mismo año del hallazgo, lo clasifica como una Cícada, ratificando la opinión de OPPENHEIM, y lo denomina: *Palaeontina vidali* nov. sp. (foto 1).

En los años 1906-1908, el paleoentomólogo austríaco A. HANDLIRSCH, publica su tratado: «Die



Foto 1.—*Palaeontina vidali*. MEUNIER, 1902.

Fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten formen»; en él vuelve a colocar a la familia *Palaeontinidae* dentro de los lepidópteros. Así, cambia el nombre de *Palaeontina vidali* MEUNIER 1902 por el de *Pachypsyche vidali* HANDLIRSCH 1906.

Por otro lado, otros autores tales como H. REBEL, M. A. LAMEERE y R. J. TILLYARD, demuestran de nuevo en sus trabajos que los *Paleontinidae* deben colocarse entre los Homópteros cicadoideos. Ya más recientemente aparecen en el Jurásico de Asia nuevos ejemplares pertenecientes a esta familia (A. B. MARTYNOV, 1937, y BECKER-MIGDISOVA, 1949, 1962).

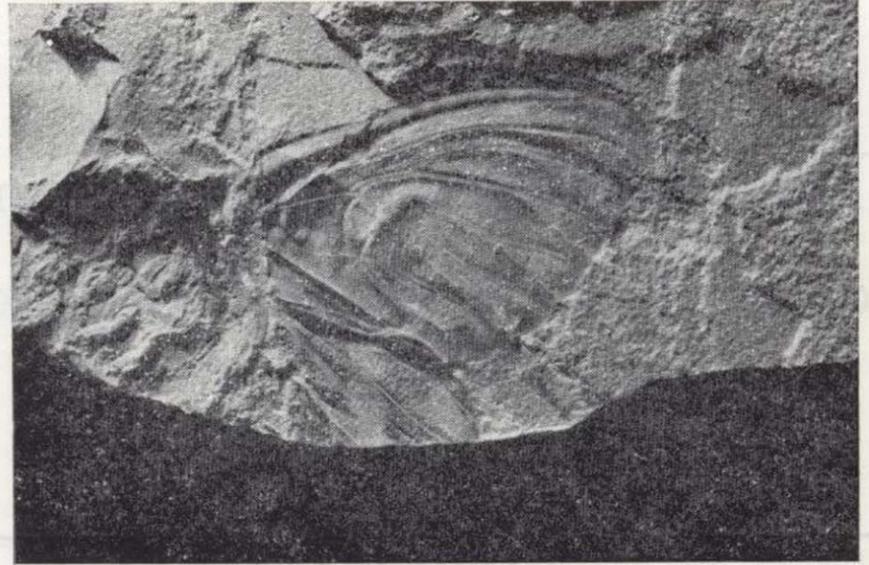


Foto 2.—*Montsecocossus sirerae* nov. gen. nov. sp.

**NUEVOS EJEMPLARES FOSILES**

En 1979 se me publicó un trabajo en el IGME (T. XC-IV, pp. 333-346), en el que entre otros fósiles se incluía uno, perteneciente a los *Paleontinidae*, que denominé *Palaeontina vidali* SIRERA. Era éste un ejemplar completo al que sólo faltaba una pequeña porción de las alas anteriores, ofreciendo el cuerpo una inmejorable conservación. Aquel fue, pues, el segundo ejemplar que proporcionaba la cantera desde 1902. En el presente trabajo se hace una corrección en el nombre dado a este fósil, como se verá más adelante.

Cinco nuevos paleontínidos se exponen en esta nota a continuación, elevando el total de fósiles de esta familia para el yacimiento de Santa María de Meyá a siete.

De entre estos cinco ejemplares inéditos, crearemos dos géneros nuevos, correspondiendo dos a un género y tres al otro. Vamos a comenzar, pues, por el primero de estos nuevos fósiles.

*Montsecocossus sirerae* nov. gen. nov. sp. (foto 2).

Se trata de un fragmento que ofrece el ala anterior izquierda completa, una porción de la posterior y una buena parte del cuerpo. Las dimensiones del mismo son las siguientes:

	mm.
Longitud del ala anterior ... ..	39
Anchura máxima del ala ... ..	25
Anchura del cuerpo ... ..	18

**Cuerpo**

Es ovoide y en él se aprecian los muñones de sus recias patas emergiendo del tórax. No se distinguen detalles claros ni de la cabeza ni del abdomen. No se observan tégulas.

**Alas**

El ala anterior es ancha y corta con el borde posterior medianamente anguloso, con dos celdas radiales y con una celda mediana (fig. 1) cruzada por la fractura alar característica.

De la costal a la subcostal hay dos tenues ramificaciones. No se aprecia la celda basal (por hallarse esta zona borrada). En cuanto al ala posterior, sólo se ven cuatro nerviaciones sin que formen ninguna celda entre ellas.

**Presencia de coloración**

El fósil presenta una diferencia de coloración en la superficie de ambas alas, con franjas más oscuras que van del borde anterior al posterior de las mismas.

**Granulaciones**

Posee también una serie de granulaciones características en casi toda la superficie de las alas (parte posterior). Estos gránulos están muy próximos entre sí, siendo perfectamente apreciables a simple vista. Se encuentran en relieve sobre el fósil y en forma de diminutos agujeros en la contraplaca del mismo.

Fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten formen»; en él vuelve a colocar a la familia *Palaentiniidae* dentro de los lepidópteros. Así, cambia el nombre de *Palaentina vidali* MEUNIER 1902 por el de *Pachypsyche vidali* HANDLIRSCH 1906.

Por otro lado, otros autores tales como H. REBEL, M. A. LAMEERE y R. J. TILLYARD, demuestran de nuevo en sus trabajos que los *Palaentiniidae* deben colocarse entre los Homópteros cicadoideos. Ya más recientemente aparecen en el Jurásico de Asia nuevos ejemplares pertenecientes a esta familia (A. B. MARTYNOV, 1937, y BECKER-MIGDISOVA, 1949, 1962).

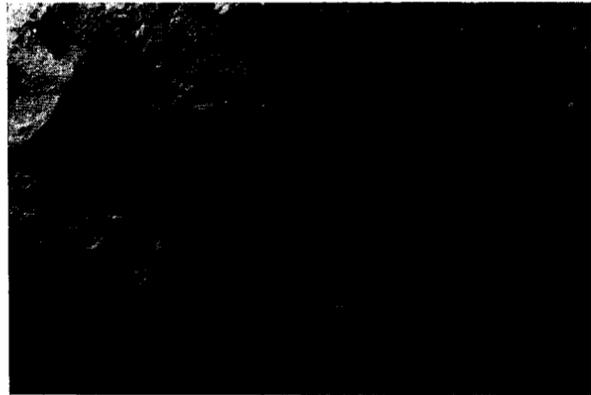


Foto 2.—*Montsecocossus sirerae* nov. gen. nov. sp.

**NUEVOS EJEMPLARES FOSILES**

En 1979 se me publicó un trabajo en el IGME (T. XC-IV, pp. 333-346), en el que entre otros fósiles se incluía uno, perteneciente a los *Palaentiniidae*, que denominé *Palaentina vidali* SIRERA. Era éste un ejemplar completo al que sólo faltaba una pequeña porción de las alas anteriores, ofreciendo el cuerpo una inmejorable conservación. Aquel fue, pues, el segundo ejemplar que proporcionaba la cantera desde 1902. En el presente trabajo se hace una corrección en el nombre dado a este fósil, como se verá más adelante.

Cinco nuevos paleontínidos se exponen en esta nota a continuación, elevando el total de fósiles de esta familia para el yacimiento de Santa María de Meyá a siete.

De entre estos cinco ejemplares inéditos, crearemos dos géneros nuevos, correspondiendo dos a un género y tres al otro. Vamos a comenzar, pues, por el primero de estos nuevos fósiles.

*Montsecocossus sirerae* nov. gen. nov. sp. (foto 2).

Se trata de un fragmento que ofrece el ala anterior izquierda completa, una porción de la posterior y una buena parte del cuerpo. Las dimensiones del mismo son las siguientes:

	mm.
Longitud del ala anterior ... ..	39
Anchura máxima del ala ... ..	25
Anchura del cuerpo ... ..	18

**Cuerpo**

Es ovoide y en él se aprecian los muñones de sus recias patas emergiendo del tórax. No se distinguen detalles claros ni de la cabeza ni del abdomen. No se observan tégulas.

**Alas**

El ala anterior es ancha y corta con el borde posterior medianamente anguloso, con dos celdas radiales y con una celda mediana (fig. 1) cruzada por la fractura alar característica.

De la costal a la subcostal hay dos tenues ramificaciones. No se aprecia la celda basal (por hallarse esta zona borrada). En cuanto al ala posterior, sólo se ven cuatro nerviaciones sin que formen ninguna celda entre ellas.

**Presencia de coloración**

El fósil presenta una diferencia de coloración en la superficie de ambas alas, con franjas más oscuras que van del borde anterior al posterior de las mismas.

**Granulaciones**

Posee también una serie de granulaciones características en casi toda la superficie de las alas (parte posterior). Estos gránulos están muy próximos entre sí, siendo perfectamente apreciables a simple vista. Se encuentran en relieve sobre el fósil y en forma de diminutos agujeros en la contraplaca del mismo.

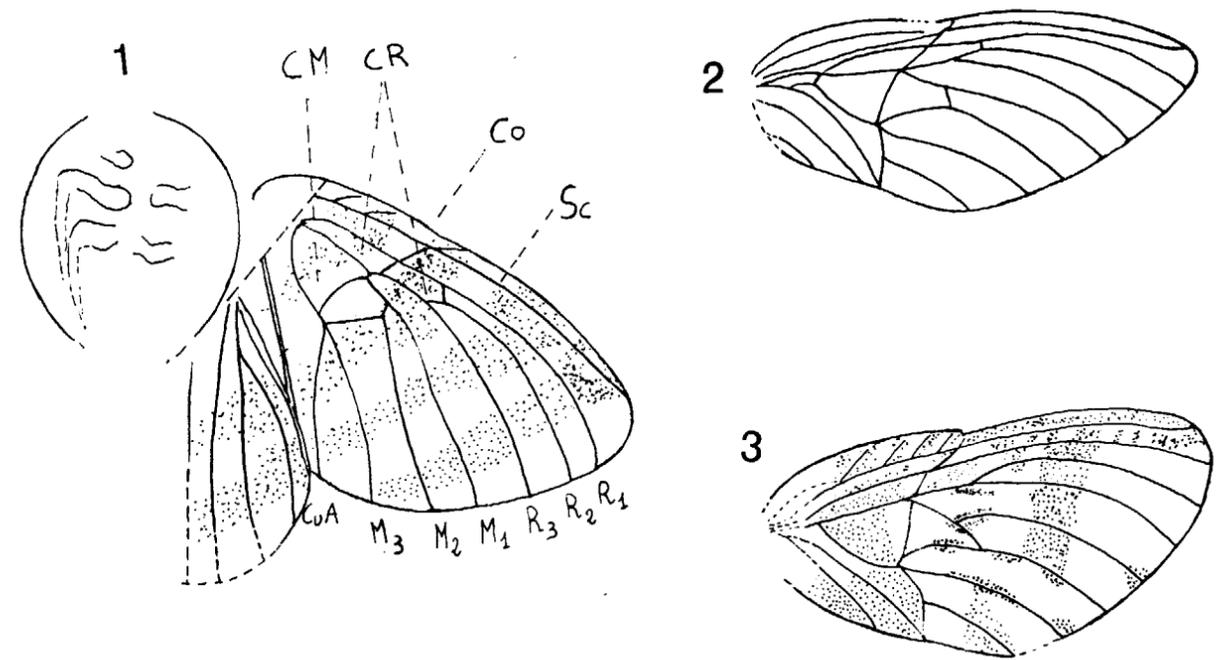


Figura 1.—El fósil que aparece a la izquierda es el *Montsecocossus sirerae* nov. gen. nov. sp.; (1) las nerviaciones que en él se indican son las siguientes:

- |                      |  |
|----------------------|--|
| CM: Celda mediana.   | R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub> : Radiales. |
| CR: Celdas radiales. | M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> : Medianas. |
| Co: Costal.          | CuA: Cubital-anal.   |
| Sc: Subcostal.       |  |

Las dos alas sueltas corresponden:

La de arriba (2) al *Suljuktocossus prosboloides* BECKER-MIGDISOVA 1949.  
Y la de abajo (3) al *Pseudocossus zemcuznicovi* MARTYNOV 1931.

**CREACION DE UN NUEVO GENERO**

Por la morfología alar, vemos que se trata de un género nuevo al que hemos comparado con los demás representantes de la familia *Palaentiniidae* de la fauna entomológica fósil mundial.

Este nuevo género, ofrece gran similitud con el *Pseudocossus zemcuznicovi* MARTYNOV 1931, pero difiere de éste en algunos detalles (véanse los dibujos comparativos).

El *P. zemcuznicovi*, conocido por un sólo ejemplar descrito por MARTYNOV en 1931 (ala anterior suelta), posee las siguientes características:

	mm.
Longitud del ala ... ..	41

Ala anterior ancha, estrechándose hacia la parte basal.

Campo costal prominente. Línea de fractura o nodal manifiesta. Subcostal ramificada.

— Yacimiento: Provincia de Irkutsk (serie Chermjovskaya de Ust-Balei), Siberia Oriental.

— Nivel geológico: Jurásico Inferior.

A partir de los datos del paleontínido que acabamos de describir (el más cercano en cuanto a morfología anatómica de los consultados), consideramos pertinente la creación de un género nuevo para el nuestro.

Nosotros proponemos el nombre de *Montsecocossus*, de la Sierra del Montsec, y del género *Cossus*, de la familia de lepidópteros *Cossidae*,

con los que inicialmente se confundieron estos cicádidos y que conservan aún vigor en la actual sistemática clasificatoria.

Género *Montsecocossus* nov. gen.

Diagnosis (datos referidos al ala anterior):

- Dos ramificaciones en el campo costal.
- Triángulo correspondiente al contorno alar distinto a los paleontínidos más próximos.
- Dos celdas radiales.
- Campo cubital-anal distinto a los paleontínidos más cercanos.

Especie tipo: *Montsecocossus sirerae* nov. gen. nov. sp. (de J. SIRERA, quien recogió el ejemplar).

Diagnosis: Es la misma del género.

Holotipo: Consta de molde y contramolde. Una de sus caras se encuentra en la colección de J. F. DE VILLALTA y la otra en la colección del autor.

Material: Dos ejemplares procedentes de la colección de J. SIRERA, uno de ellos corresponde al holotipo y el otro se halla en el museo del I. E. I. donado por éste.

Localidad tipo: Santa María de Meyá-Sierra del Montsec (Lérida).

Nivel geológico: Escombrera del yacimiento procedente de su parte basal (Cretácico Inferior).

#### POSICION SISTEMATICA DEL NUEVO GENERO

Orden: HOMOPTERA  
Suborden: AUCHENORRYNCHA  
Infraorden: CICADOMORPHA  
Superfamilia: PALAEONTINIDEA  
Familia: PALAEONTINIDAE  
HANDLIRSCH 1906  
Género: MONTSECOCOSSUS  
Especie: SIRERAE

Dedico esta nueva especie como homenaje póstumo a mi buen amigo Jordi SIRERA JENÉ, Catedrático jubilado del Instituto «Marius Torres» de

Lérida, compañero de innumerables excursiones, recientemente fallecido. E. p. d.

El segundo ejemplar (foto 3), consiste en un fragmento del ala anterior derecha, que por su nerviación coincide plenamente con el que acabamos de describir y con unas dimensiones similares.

Ultimamente he tenido la suerte de hallar otros dos fósiles de inmejorable conservación. Uno de ellos consiste en un ala suelta (ala anterior derecha) y el otro corresponde a un extraordinario ejemplar al que sólo le falta una pequeña porción de la cabeza y el tórax. Estudiados ambos fósiles, vemos que poseen la misma nerviación alar. Comparados igualmente con el fósil denominado *Palaeontina vidali* SIRERA, también coinciden las nerviaciones, así pues, los tres ejemplares perte-

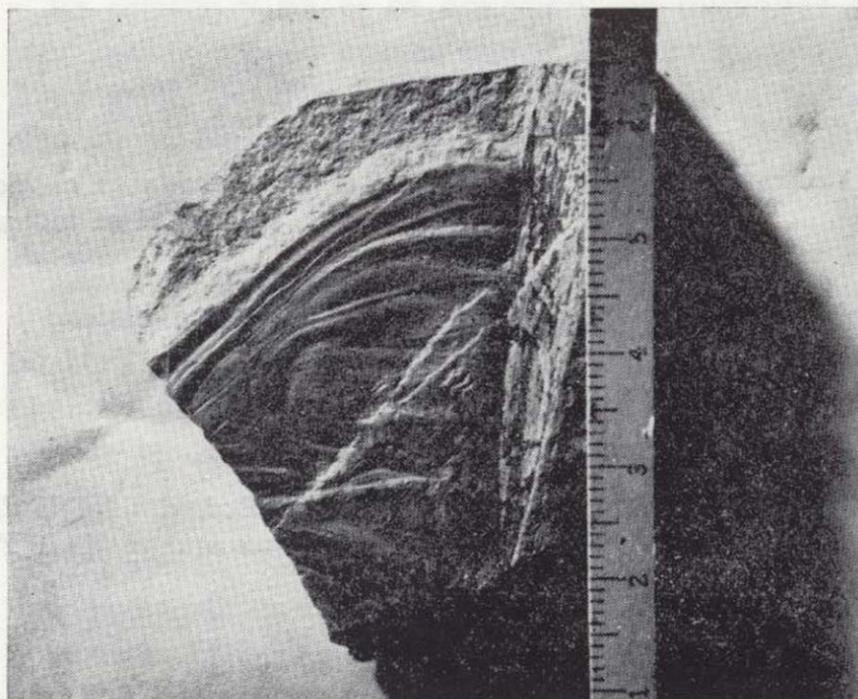


Foto 3.—*Montsecocossus sirerae* nov. gen. nov. sp.

necen a un mismo género. Asimismo, Luis POMAR, del Departamento de Geología de la Universidad de Palma de Mallorca, posee una magnífica ala suelta (cuya fotografía me ha facilitado amablemente para su inclusión en este trabajo) que presenta idéntica morfología. Estos cuatro últimos ejemplares corresponden, pues, a un género distinto del anteriormente mencionado, el cual describo a continuación.

*Ilerdocossus villaltai* nov. gen. nov. sp. (foto 4).

Vamos a revisar a continuación el fósil descrito en 1979 por el autor y que fue denominado *Palaeontina vidali* SIRERA.

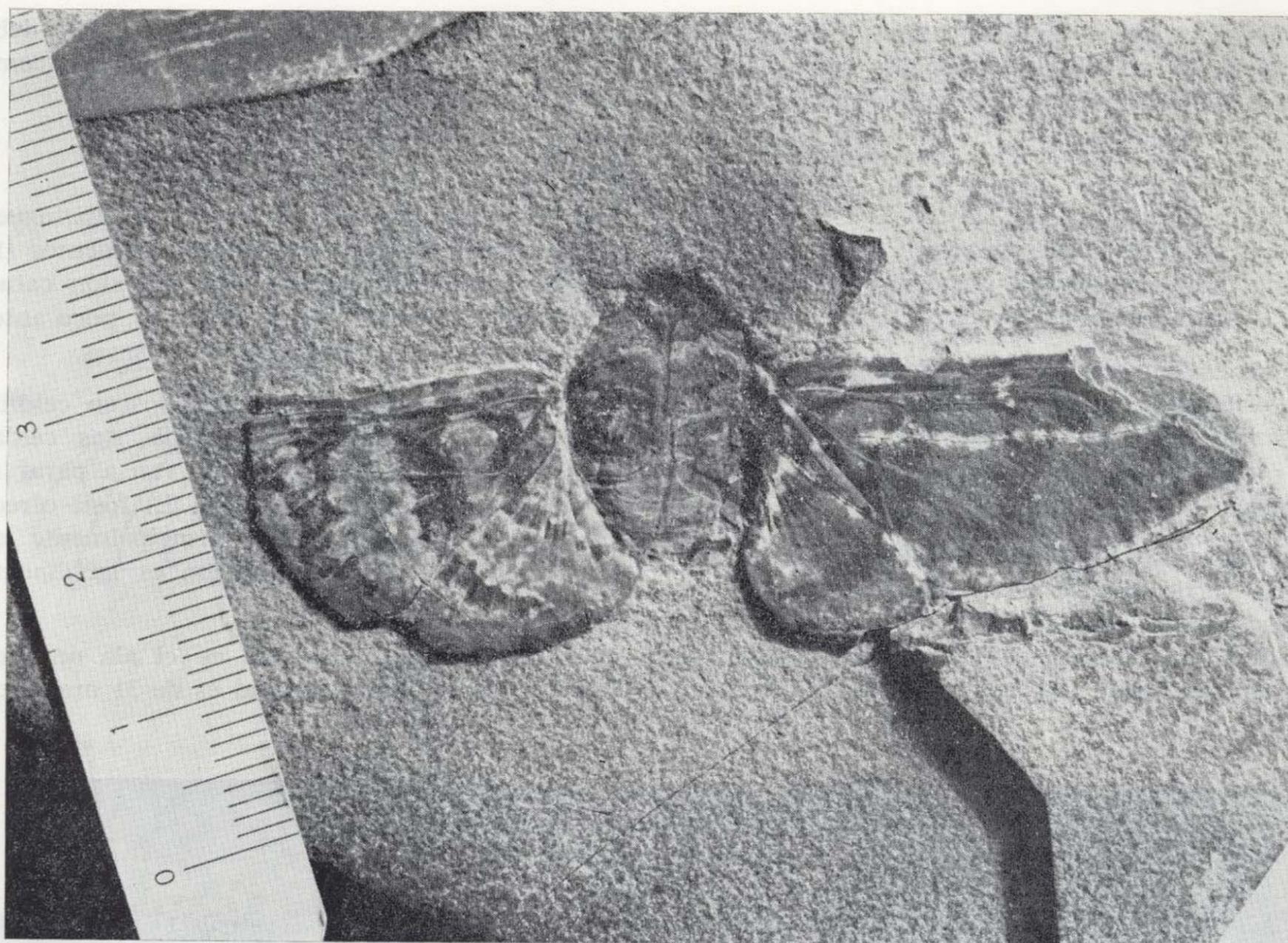


Foto 4.—*Ilerdocossus Villaltai* nov. gen. nov. sp.

Este ejemplar ofrece las siguientes dimensiones:

	<i>mm.</i>
Longitud alar ... ..	32
Ancho alar ... ..	18
Longitud tórax ... ..	7
Longitud abdomen ... ..	7
Ancho tórax ... ..	12
Ancho abdomen ... ..	9

**DESCRIPCION DEL FOSIL**

**Cuerpo**

Es ovoide, y en él se aprecia perfectamente la cabeza, que es elíptica, con dos ojos circulares; no se ven las antenas. Estos son grandes y están situados a ambos lados de la misma. De la boca

desciende un grueso y largo pico chupador, que va estrechándose a medida que se aleja de ella, llegando hasta el comienzo del último anillo del abdomen. Su longitud es de 14 mm. (hay un pequeño desplazamiento en la continuidad del mismo, pero creemos que el pico tiene la longitud antes indicada). Hacia el final de su recorrido se curva ligeramente hacia la izquierda. El tórax presenta una serie de líneas longitudinales curvadas. En el abdomen me parece ver cuatro anillos, aunque sin certeza.

**Alas**

Se distinguen las anteriores y las posteriores. En la inserción de éstas con el tórax, se aprecian dos pequeñas tégulas. La coloración es a franjas que van desde el borde anterior de las alas anteriores al borde posterior de las posteriores.

Vamos ahora a describir los nuevos fósiles ha-

llados. El primero de ellos, como ya he indicado, consiste en un notable ejemplar casi completo que tiene las siguientes características:

	<u>mm.</u>
Envergadura ... ..	83
Longitud del ala anterior ... ..	41
Longitud del ala posterior ... ..	18
Anchura del tórax ... ..	15

Este fósil posee las alas completas (falta el ala posterior derecha, que se encuentra recubierta de caliza) (foto 5).

### Cuerpo

El tórax está cruzado por unas 20 líneas curvadas verticales. De él parecen salir dos largas patas, pero es tan tenue su impresión que no se pueden dar detalles fiables de las mismas. Se encuentran sobre las alas anterior y posterior

izquierdas, pero insisto en que este dato no debe ser considerado como cierto, sino tan sólo como probable.

### Alas

En su entronque con el tórax, se distinguen dos pequeñas tégulas divididas en segmentos (figura 2). Las alas presentan una inflexión característica en la costal y en la subcostal, poco antes de la mitad del recorrido de las mismas.

Las alas anteriores son largas, poseen celdilla basal, una celda mediana alargada, dos celdas radiales y ocho nerviaciones que van a parar al borde posterior del ala anterior. El fósil ofrece una serie de granulaciones, principalmente en su parte posterior. La coloración es igualmente a franjas.

Los otros fósiles consisten en el ala anterior derecha (foto 6) cuya longitud es de 31 mm., con



Foto 5.—*Ilerdocossus Villaltai* nov. gen. nov. sp.

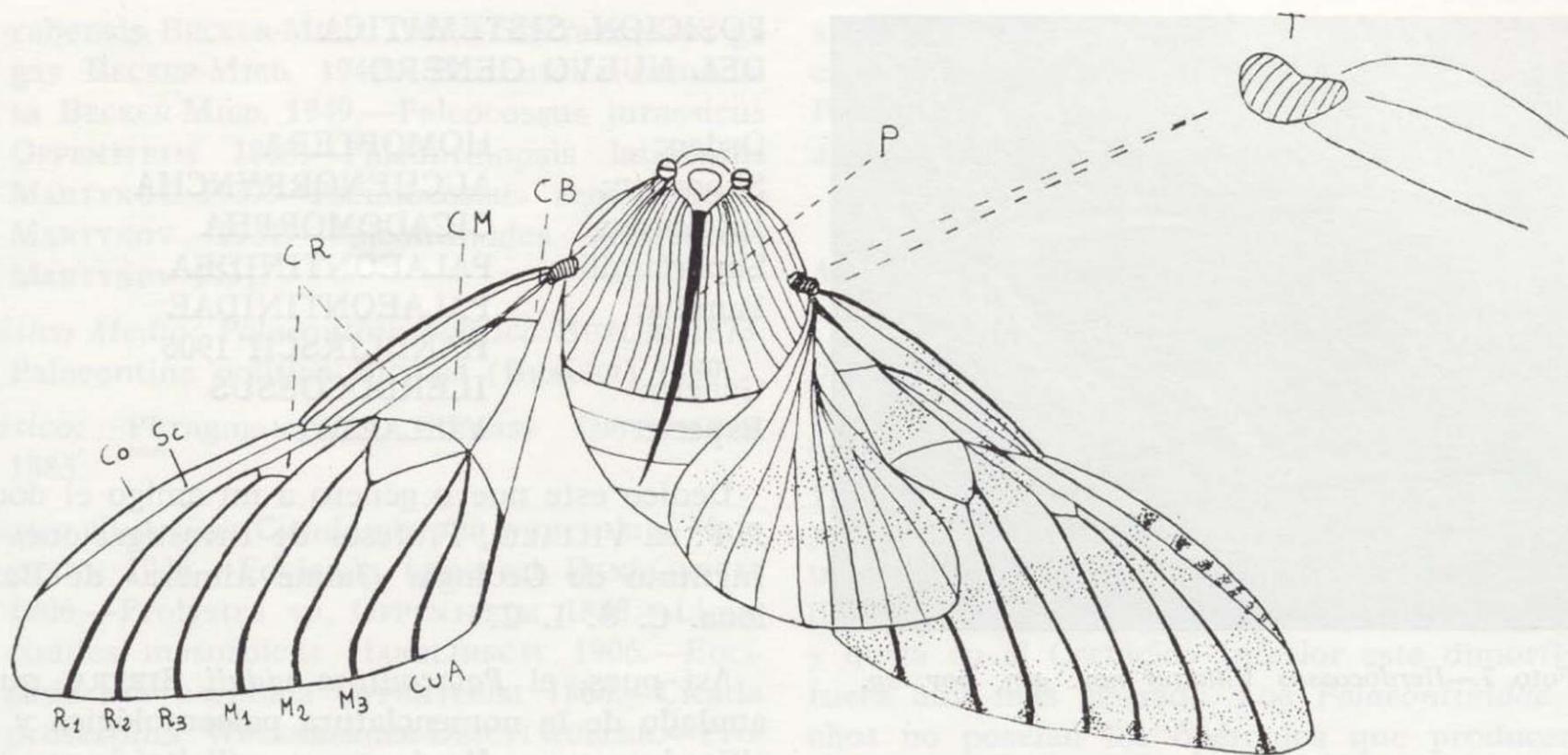


Figura 2.—*Ilerdocossus villaltai* nov. gen. nov. sp.

- |                      |  |
|----------------------|--|
| P: Pico chupador.    | Co.: Costal.   |
| T: Tégula.           | Sc: Subcostal.   |
| CB: Celda basal.     | R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub> : Radiales. |
| CM: Celda mediana.   | M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> : Medianas. |
| CR: Celdas radiales. | CuA: Cubital-anal.   |



Foto 6.—*Ilerdocossus Villaltai* nov. gen. nov. sp.

el *Suljuktocossus prosboloides* BECKER-MIGDISOVA 1949 del Jurásico Inferior de Suljukta (Asia Central).

Aquel fósil tiene el borde anterior recto, el campo anal corto, línea de fractura o nodal reducida, celdita basal no grande, limitada por venas débilmente impresas. Longitud de las alas anteriores: 45 mm. Se ha localizado un solo ejemplar (ver dibujo 1). Nosotros proponemos la creación de un nuevo género para estos tres ejemplares:

las mismas características de los otros que acabo de citar (fig. 3) y en el ala anterior de la colección de Luis POMAR (foto 7).

CREACION DE UN NUEVO GENERO

Estos fósiles, el *P. vidali* SIRERA, que he descrito, y las dos alas sueltas, pertenecen a un nuevo género que tiene una gran semejanza con

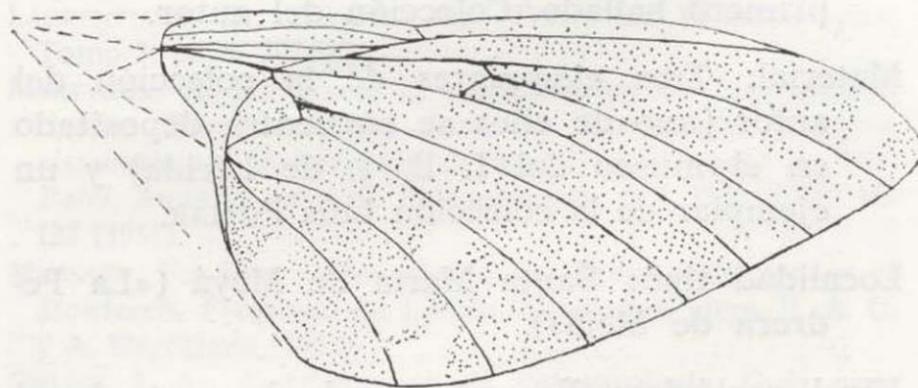


Figura 3.—*Ilerdocossus villaltai* nov. gen. nov. sp.



Foto 7.—*Ilerdocossus Villaltai* nov. gen. nov. sp.

*Ilerdocossus*, de Ilerda, nombre romano de la ciudad de Lérida, y de *Cossus* (género de lepidópteros ya citado).

Género *Ilerdocossus* nov. gen.

Diagnosis:

- Celdita basal diferente al subjuktocossus.
- Subcostal terminando antes del borde posterior del ala anterior de aquél.
- Campo cubital-anal distinto.
- Celda mediana algo diferente.
- Contorno alar con ligeras diferencias.

Especie tipo: *Ilerdocossus villaltai* nov. gen. nov. sp.

Diagnosis: La misma del género.

Holotipo: Tomamos como holotipo el ejemplar denominado anteriormente *P. vidali* SIRERA, por conservar el cuerpo completo y ser el primero hallado. Colección del autor.

Material: Tres ejemplares de la colección del autor (uno de ellos se encuentra depositado en el museo del I. E. I. de Lérida) y un ejemplar de la colección Luis POMAR.

Localidad tipo: Santa María de Meyá («La Pedrera de Meià»).

Nivel geológico: Escombrera de la parte basal (Cretácico Inferior).

#### POSICION SISTEMATICA DEL NUEVO GENERO

Orden:	HOMOPTERA
Suborden:	AUCHENORRYNCHA
Infraorden:	CICADOMORPHA
Superfamilia:	PALAEONTINIDEA
Familia:	PALAEONTINIDAE HANDLIRSCH 1906
Género:	ILERDOCOSSUS
Especie:	VILLALTAI

Dedico este nuevo género a mi amigo el doctor J. F. DE VILLALTA, Profesor de Investigaciones del Instituto de Geología «Jaime Almera» de Barcelona. C. S. I. C.

Así pues, el *Palaeontina vidali* SIRERA, queda anulado de la nomenclatura paleontológica y clasificado como *Ilerdocossus villaltai* nov. gen. nov. sp.

*Palaeontina vidali* MEUNIER 1902, posee una notable semejanza con los cuatro fósiles que acabo de describir. Este ejemplar se conserva en el Museo Martorell de Barcelona. Consta de placa y contraplaca, pudiéndose apreciar en una de sus caras leves manchas de coloración a franjas y segmentos curvados sobre el tórax. Ahora bien, la nerviación alar es sumamente imperfecta, y la restauración que MEUNIER hizo de este fósil es totalmente distinta (ver mi anterior trabajo publicado por el IGME en 1979), por lo que si bien este fósil pudiera tratarse del mismo género que hemos estudiado, su identificación total resulta de todo punto imposible por los detalles que acabo de referir.

Los *Cicadomorpha* conocidos mundialmente no poseen tégulas o al menos éstas no se han podido determinar. Nosotros hemos constatado en *Ilerdocossus* su presencia y consideramos esta peculiaridad de suma importancia paleontológica.

Voy a dar a continuación la lista de los diversos ejemplares de la familia *Palaeontinidae* hallados hasta hace pocos años.

*Triásico Superior*: *Asiocossus costalis* BECKER-MIGDISOVA 1962.

*Infralías*: *Cicada Brodie* WESTWOOD-Cyllonium WEST. 1854.

*Jurásico Inferior*: *Suljuktaja turkestanensis* BECKER-MIGD. 1949.—*Suljuktocossus prosboloides* BECKER-MIGD. 1949.—*Phragmatoecitossus* shu-

Foto 7.—*Ilerdocossus Villaltai* nov. gen. nov. sp.

*Ilerdocossus*, de Ilerda, nombre romano de la ciudad de Lérida, y de *Cossus* (género de lepidópteros ya citado).

Género *Ilerdocossus* nov. gen.

Diagnosís:

- Celdita basal diferente al subjuktocossus.
- Subcostal terminando antes del borde posterior del ala anterior de aquél.
- Campo cubital-anal distinto.
- Celda mediana algo diferente.
- Contorno alar con ligeras diferencias.

Especie tipo: *Ilerdocossus villaltai* nov. gen. nov. sp.

Diagnosís: La misma del género.

Holotipo: Tomamos como holotipo el ejemplar denominado anteriormente *P. vidali* SIRERA, por conservar el cuerpo completo y ser el primero hallado. Colección del autor.

Material: Tres ejemplares de la colección del autor (uno de ellos se encuentra depositado en el museo del I. E. I. de Lérida) y un ejemplar de la colección Luis POMAR.

Localidad tipo: Santa María de Meyá («La Pedrera de Meià»).

Nivel geológico: Escombrera de la parte basal (Cretácico Inferior).

#### POSICION SISTEMATICA DEL NUEVO GENERO

Orden: HOMOPTERA  
Suborden: AUCHENORRYNCHA  
Infraorden: CICADOMORPHA  
Superfamilia: PALAEONTINIDEA  
Familia: PALAEONTINIDAE  
HANDLIRSCH 1906  
Género: ILERDOCOSSUS  
Especie: VILLALTAI

Dedico este nuevo género a mi amigo el doctor J. F. DE VILLALTA, Profesor de Investigaciones del Instituto de Geología «Jaime Almera» de Barcelona. C. S. I. C.

Así pues, el *Palaeontina vidali* SIRERA, queda anulado de la nomenclatura paleontológica y clasificado como *Ilerdocossus villaltai* nov. gen. nov. sp.

*Palaeontina vidali* MEUNIER 1902, posee una notable semejanza con los cuatro fósiles que acabo de describir. Este ejemplar se conserva en el Museo Martorell de Barcelona. Consta de placa y contraplaca, pudiéndose apreciar en una de sus caras leves manchas de coloración a franjas y segmentos curvados sobre el tórax. Ahora bien, la nerviación alar es sumamente imperfecta, y la restauración que MEUNIER hizo de este fósil es totalmente distinta (ver mi anterior trabajo publicado por el IGME en 1979), por lo que si bien este fósil pudiera tratarse del mismo género que hemos estudiado, su identificación total resulta de todo punto imposible por los detalles que acabo de referir.

Los *Cicadomorpha* conocidos mundialmente no poseen tégulas o al menos éstas no se han podido determinar. Nosotros hemos constatado en *Ilerdocossus* su presencia y consideramos esta peculiaridad de suma importancia paleontológica.

Voy a dar a continuación la lista de los diversos ejemplares de la familia *Palaeontinidae* hallados hasta hace pocos años.

*Triásico Superior*: Asiocossus costalis BECKER-MIGDISOVA 1962.

*Infralías*: Cicada Brodie WESTWOOD-Cyllonium WEST. 1854.

*Jurásico Inferior*: Suljuktaja turkestanensis BECKER-MIGD. 1949.—Suljuktocossus prosboloides BECKER-MIGD. 1949.—Phragmatoocitossus shu-

rabensis BECKER-MIGD. 1949.—Shurabcossus gigas BECKER-MIGD. 1949.—Plachutella rotundata BECKER-MIGD. 1949.—Paleocossus jurassicus OPPENHEIM 1885.—Paleontinopsis latipennis MARTYNOV 1937.—Pseudocossus zemcuznicovi MARTYNOV 1931.—Paleontinodes schabarovi MARTYNOV 1931.

*Jurásico Medio*: *Palaeontina oolítica* BUTLER 1873. *Palaeontina oolítica* BUTLER (BRAUER) 1889.

*Jurásico*: *Phragmatocites dumasi* OPPENHEIM 1885.

*Jurásico Superior*: *Cicadomorpha punctulata* MARTYNOV 1926.—*Eocicada lameerei* HANDLIRSCH 1906.—*Prolystra* sp. OPPENHEIM 1888.—*Limacodites mesozoicus* HANDLIRSCH 1906.—*Eocicada microcephala* OPPENHEIM 1888.—*Cicada proserpina* WEYENBERGER-DEICHMÜLLER.—*Protopsyche* sp. HANDLIRSCH 1906.—*Archipsyche* sp. HANDLIRSCH 1906.—*Beloptesis* sp. HANDLIRSCH 1906.

*Cretácico Inferior*: *Palaeontina vidali* MEUNIER 1902=*Pachypsyche vidali* HANDLIRSCH 1906.—*Montsecocossus sirerae* nov. gen. nov. sp.—*Ilerdocossus villaltai* nov. gen. nov. sp.—Otros paleontinidos: *Fletcheriana* EVANS 1956.

#### Consideraciones finales

Son numerosas las larvas de insectos halladas en el yacimiento de «La Pedrera de Meià». El profesor Carlos TEIXEIRA, atribuía un ejemplar de gran tamaño remitido por el doctor Luis FERRER a la larva de un lepidóptero esfíngido, haciendo notar que sería éste el primer lepidóptero —larva— conocido (no hace mención del *Eossex triásica*).

La presencia de un pico chupador potente y muy alargado en nuestros ejemplares, nos hace pensar en la mayor profundidad del paso de la savia en los árboles o lo que es lo mismo una corteza más gruesa en los troncos que en los árboles actuales. De ahí la reducción en la longitud del pico en las cigarras actuales. (Siempre y cuando la longitud que nosotros estimamos del pico sea correcta, detalle que corroboraremos definitivamente con el hallazgo de otros ejemplares completos.)

Ultimamente se ha atribuido el vegetal *Montsechites ferreri* de nuestro yacimiento a Ranunculos acuáticos, con lo que parece demostrada la presencia de angiospermas en el mismo, por con-

siguiente también fuera del agua es posible su existencia y por ende la presencia de lepidópteros. Por tanto, el hallazgo de estos insectos en la antigua cantera es plenamente plausible.

#### ADDENDA

«Queremos reseñar aquí, antes de finalizar la presente nota, la posibilidad de que estos dos nuevos géneros (cuyas diferencias anatómicas hemos señalado en el trabajo), correspondan a macho y hembra de la misma especie. En los machos y las hembras de los cicádidos actuales existe un leve dimorfismo sexual, tal como la diferencia de tamaño, la forma de las alas, la coloración, etc., y quizá en el Cretácico Inferior este dimorfismo fuera aún más acusado. Los *Palaeontinidae* machos no poseían los opérculos que producen el característico canto de los machos de las cigarras actuales, por lo que este órgano distintivo no podemos utilizarlo para separar a los machos de las hembras de los Paleontinidos.

En cuanto a los órganos genitales de nuestros ejemplares fósiles nos ha sido imposible el poder apreciarlos. En consecuencia, y confiándonos a los caracteres sexuales secundarios cabe la probabilidad de un dimorfismo sexual.

Esperemos que el hallazgo de ejemplares completos, nos permitan conocer más detalles de estos insectos.

De momento, pues, y ante la imposibilidad de poder demostrar la hipótesis de dimorfismo, consideramos pertinente la creación de dos nuevos géneros.»

#### BIBLIOGRAFIA

- BECKER-MIGDISOVA, E.: *Homópteros mesozoicos del Asia Central*. Academia de Ciencias rusas, t. 22, págs. 1-68 (1949).
- HANDLIRSCH, A.: *Die fossilen insekten und diez phylogenie der rezenten formen*. Leipzig, S. I. VI, 1-1430 (1906-1908).
- LAURENTIAUX, D.: *Insectes*, in «*Traité de Paleontologie*». Tomo 3, págs. 397-527.
- MARTYNOV, A. B.: *Hacia el conocimiento de los Palaeontinidae Handlirsch del Jurásico*. Morfología, posición sistemática y descripción de una especie nueva de *Ust-Balei*. Anuario ruso de Paleontología, t. 9, 1930, págs. 93-122 (1931).
- MEUNIER, F.: *Una nueva cicada del Kimmeridgense en el Montsech*. Provincia de Lérida (Cataluña). Mem. R. A. C. y A. Barcelona (1902).
- ORLOV, J. A.: *Fundamentos de Paleontología*. Guía para Paleontólogos y Geólogos rusos. Ed. Academia de Ciencias rusas. Moscú (1962).

Recibido: Noviembre 1983

# Estudio de los sedimentos recientes de la plataforma continental gaditana entre Chipiona y Cabo Roche.

Por M. SEGADO (\*), J. M. GUTIERREZ (\*), F. HIDALGO, J. M. MARTINEZ (\*\*) y F. CEPERO (\*\*\*)

## RESUMEN

En este trabajo se estudian los sedimentos de la plataforma continental del Golfo de Cádiz, en una zona comprendida entre Chipiona y Cabo Roche, frente a la Bahía de Cádiz, con objeto de conocer su granulometría, naturaleza y composición. Se han establecido una serie de «clases» y «facies» sedimentológicas, así como una «cartografía» que pone de manifiesto la existencia de los diferentes tipos de sedimentos existentes en la zona.

Se concluye que, en la zona estudiada, existen tres áreas claramente diferenciadas en cuanto a sus características sedimentológicas se refiere: una al norte, de naturaleza fangosa, rica en carbonatos; una litoral, constituida por grava y arena y naturaleza fundamentalmente cuarcifera, y otra, central, arenosa.

## SUMMARY

The continental shelf of Gulf of Cádiz, between Chipiona and Cape Roche, is studied to know its size, nature and composition. We have established a serie of sedimentary «clases» and «facies» at the same time a «cartography» shows the different types of sediments we found there.

In this zone there are three differentiated areas referred to its sedimentologia characteristics: the first one, to the North, has a muddy nature and can be considered carbonate — rich; the second one is a littoral area made of gravel and sand noith a quartz — nature; the last one is a sandy central area.

## INTRODUCCION

En este trabajo se aborda el estudio de los sedimentos recientes no consolidados de la plataforma continental próxima a la Bahía de Cádiz a partir del análisis de 50 muestras obtenidas en junio de 1982 por el Buque Hidrográfico «RIGEL».

La zona muestreada se sitúa entre Chipiona y Cabo Roche, abarcando desde la plataforma interna hasta la externa y, en algunos casos, el comienzo del talud continental.

En este primer estudio se ha tratado fundamentalmente de analizar las características de los materiales del fondo, tales como: su granulometría, composición química y mineralógica, etc., dejando abiertas las posibilidades de ampliar, en trabajos

sucesivos, dicho estudio, incluyendo el análisis de los distintos factores que, de una u otra forma, han influido en la sedimentación de los materiales, origen de éstos, influencia de las corrientes profundas, etc.

Para la definición y descripción de los distintos materiales se han agrupado las diferentes muestras en «clases» o «tipos» de sedimentos según sus características granulométricas, de composición, etc., a fin de poder establecer la cartografía de los materiales no consolidados de esta parte de la plataforma continental del Golfo de Cádiz.

## METODOLOGIA

El análisis de las muestras de sedimentos se ha realizado siguiendo una metodología semejante, en lo esencial, a la seguida por otros autores para trabajos con muestras de sedimentos no consolidados, aunque adaptada al objeto concreto del estudio, así como a nuestras posibilidades y me-

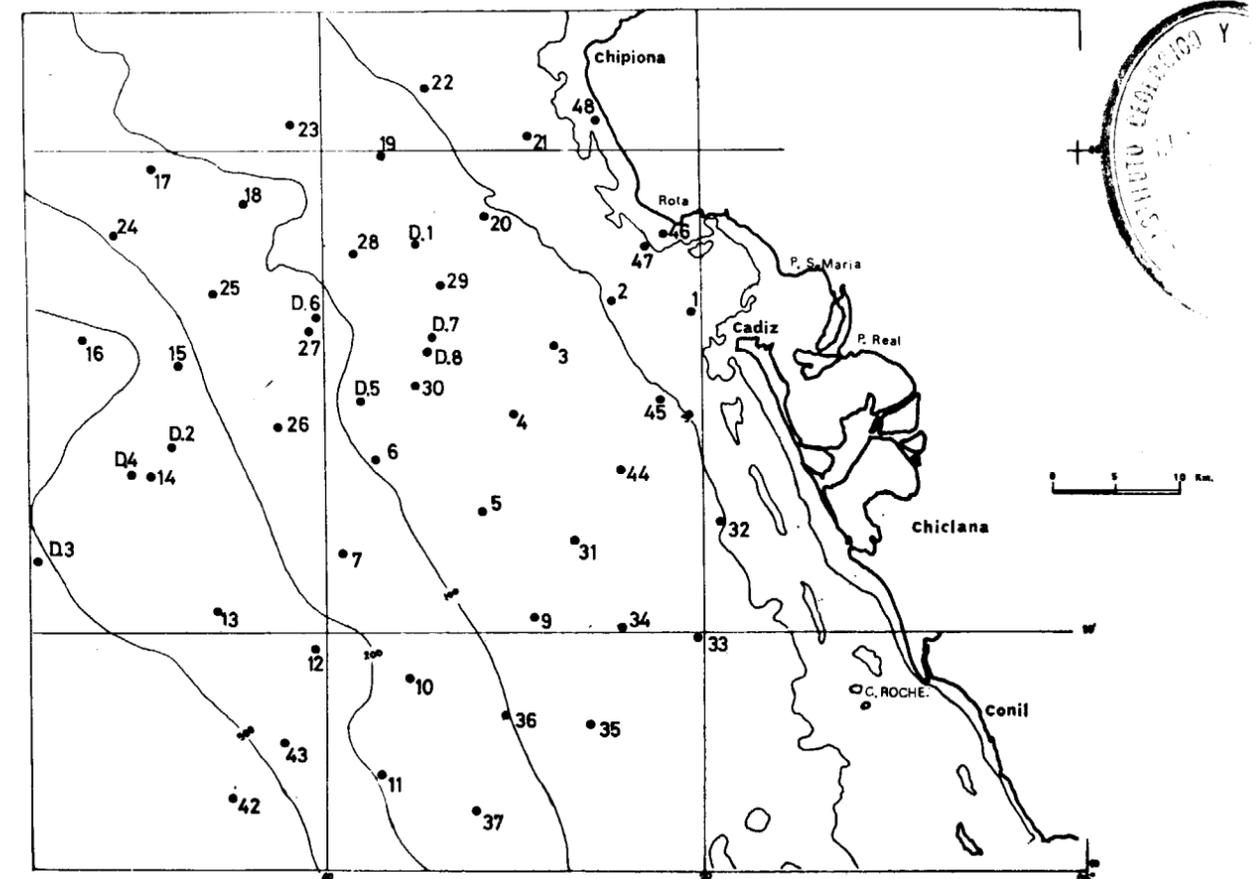


Figura 1.—Mapa de situación de las muestras.

dios disponibles y que, en líneas generales, ha sido la siguiente:

Las muestras se obtuvieron durante la campaña oceanográfica realizada en junio de 1982 por el B/H «RIGEL», utilizando un extractor de pistón y en algunos casos de cuchara.

Llevadas las muestras al laboratorio se procedió a su análisis comenzando por la descripción de sus características texturales, color, estratificación, etc. Posteriormente se procede a la determinación del contenido en humedad mediante secado en estufa a 105° C, contenido en carbonatos, tanto de la muestra total como de la fracción arena, utilizando el método «gasométrico» en aquellos casos en que la muestra era muy pobre en conchuela y por «pérdida de peso tratando la muestra con CIH» cuando era muy rica en restos de conchas, dada su rapidez y sencillez, ya que a pesar de ser menos exacto (4,9 por 100 de coeficiente

medio de variación), el error cometido para muestras con un porcentaje elevado de conchuela es poco significativo.

El análisis granulométrico se realizó mediante tamizado de la fracción arena, previa separación de la fracción fina y utilizando el método de la pipeta para esta última.

Los componentes de la fracción arena se han estudiado mediante la observación del contenido de los distintos tamices con lupa binocular y separación de la fracción pesada con bromoformo.

Los cálculos para la obtención de los porcentajes de tamaños, parámetros estadísticos, histogramas, curvas acumuladas, etc., de cada muestra se han realizado de forma automática mediante un programa elaborado para el Sistema IBM-370 y Mesa trazadora Kongberg.

Obtenidos los distintos datos granulométricos

(\*) Licenciados en Ciencias Geológicas.

(\*\*) Laboratorio Sección Oceanografía del Instituto Hidrográfico de la Marina.

(\*\*\*) Departamento Informática del Instituto Hidrográfico de la Marina.



Fotografía I.—Vista general de la zona estudiada, desde la desembocadura del río Guadalquivir hasta el cabo de Trafalgar, en la que se observa la distribución de los sedimentos.

y de componentes se procedió a su agrupamiento en «clase de sedimentos», elaborándose distintos mapas según su granulometría o composición de los materiales. Para la distribución y clasificación del material según «facies» (granulométricas, de componentes, etc.) nos hemos basado en el trabajo de GIRÓ Y MALDONADO (1983), aunque los agrupamientos se han realizado utilizando sólo tres variables: grava, arena y fango, en el caso de las clases granulométricas, y contenido en carbonatos, cuarzo y otros minerales para las clases de componentes de la fracción arena.

#### BOSQUEJO GEOLOGICO

Bajo el punto de vista geológico, la costa atlántica gaditana comprendida entre Chipiona y el Cabo de Trafalgar está incluida en los dominios más occidentales de las Cordilleras Béticas, limitando al Norte con la Depresión del Guadalquivir y al Sur con las Unidades del Campo de Gibraltar. En el mapa de la figura 2 se representan de forma esquemática los materiales que constituyen los principales afloramientos en esta zona, pudiéndose agrupar de la siguiente manera:



Fotografía I.—Vista general de la zona estudiada, desde la desembocadura del río Guadalquivir hasta el cabo de Trafalgar, en la que se observa la distribución de los sedimentos.

y de componentes se procedió a su agrupamiento en «clase de sedimentos», elaborándose distintos mapas según su granulometría o composición de los materiales. Para la distribución y clasificación del material según «facies» (granulométricas, de componentes, etc.) nos hemos basado en el trabajo de GIRÓ Y MALDONADO (1983), aunque los agrupamientos se han realizado utilizando sólo tres variables: grava, arena y fango, en el caso de las clases granulométricas, y contenido en carbonatos, cuarzo y otros minerales para las clases de componentes de la fracción arena.

**BOSQUEJO GEOLOGICO**

Bajo el punto de vista geológico, la costa atlántica gaditana comprendida entre Chipiona y el Cabo de Trafalgar está incluida en los dominios más occidentales de las Cordilleras Béticas, limitando al Norte con la Depresión del Guadalquivir y al Sur con las Unidades del Campo de Gibraltar. En el mapa de la figura 2 se representan de forma esquemática los materiales que constituyen los principales afloramientos en esta zona, pudiéndose agrupar de la siguiente manera:

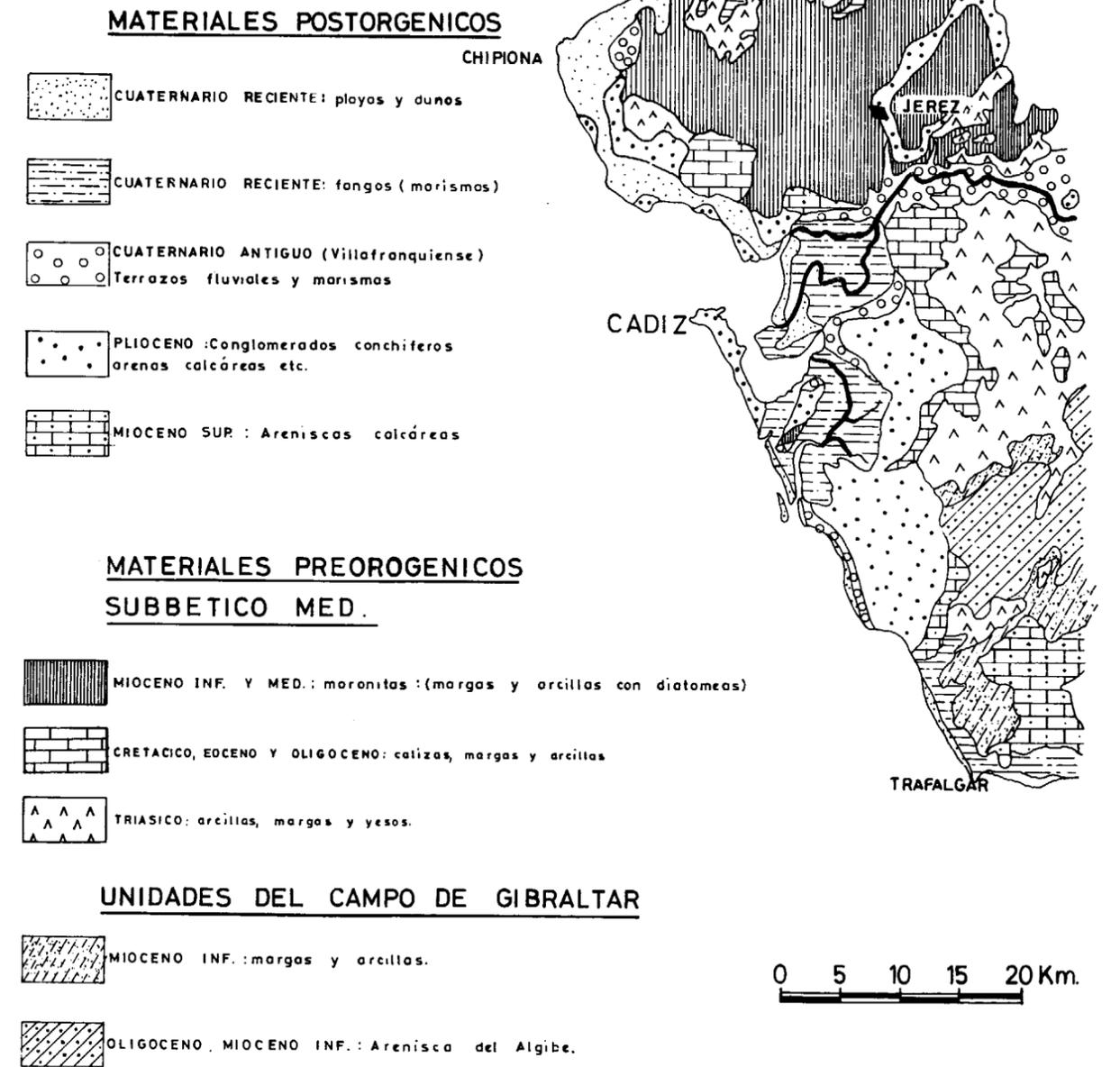


Figura 2.—Esquema geológico de la costa atlántica gaditana entre Chipiona y el cabo Trafalgar.

A) *Materiales preorogénicos*

Se trata de materiales formados con anterioridad a la Orogenia Alpina y deformados durante las principales fases de la misma.

En esta zona, y en general en toda la provincia de Cádiz, no aparecen materiales de edad paleozoica, aunque sí en zonas próximas (Serranía de Ronda, Sierra Morena, etc.). El zócalo granítico debe de encontrarse a bastante profundidad, a tenor de los datos proporcionados por las perforaciones realizadas en la zona. En el sondeo realizado en Chiclana entre 1954 y 1956 por la E. N. Adaro, a 1.032,75 metros de profundidad, no se había alcanzado todavía el zócalo (PERCONIG, 1977).

Los materiales más antiguos que aparecen en la zona son de edad *triásica*, estando constituidos por margas, arcillas y yesos fundamentalmente. Ocupan una gran extensión en la provincia y tienen un espesor variable. Entre estos materiales se encuentran las ofitas, rocas subvolcánicas de carácter básico, constituidas mayoritariamente por plagioclasas y piroxenos.

A continuación, en cuanto a la edad de los materiales se refiere, se encuentran los de edad *jurásica*, constituidos fundamentalmente por calizas, dolomías y margas, siendo los constituyentes principales de los relieves más sobresalientes de la provincia de Cádiz (Sierras del Noreste), que a su vez constituyen el nudo hidrográfico de los principales ríos gaditanos, siendo de destacar el Guadalete, cuya desembocadura tiene lugar en la misma Bahía de Cádiz y cuyos aportes deben de ser esenciales en la composición de los sedimentos de esta parte del litoral.

Los materiales de edad *cretácica*, de naturaleza margo-arcillosa, se encuentran muy próximos a los de edad jurásica, si bien originando relieves mucho menos pronunciados que éstos.

En cuanto a los materiales *terciarios*, están constituidos principalmente por areniscas, arcillas y margas cuyas edades oscilan desde el Eoceno, Oligoceno y Mioceno Inferior y Medio. Sus afloramientos ocupan una gran extensión en toda la provincia, llegando incluso a formar acantilados en algunos puntos de la costa, al sur de la zona estudiada.

B) *Materiales postorogénicos*

Se trata de materiales formados con posterioridad a las principales fases orogénicas, por lo que no sólo son más recientes, sino que se encuentran mucho menos deformados. Entre éstos encontramos los siguientes:

Materiales del *Mioceno Superior*, constituidos fundamentalmente por: arcillas y areniscas calcáreas (calcarenitas). Estas últimas, muy abundantes en la zona occidental de la provincia, son las que sirven de asiento a un gran número de pueblos (Arcos de la Frontera, Vejer, etc.), proporcionando también algunos escarpes costeros al sur de Trafalgar, en las proximidades de Barbate.

Los materiales *pliocenos* son los que más y mejor representados están en esta parte del litoral, habiendo condicionado, junto a la tectónica y la acción marina, la forma de la costa, desde Chipiona a Conil, penetrando de 5 a 15 kilómetros tierra adentro, desde la actual línea de costa. Están constituidos por arenas cuarcíferas y arcillas, con una enorme riqueza en fósiles tales como: ostreas, pecten, etc. Según GAVALA (1956), en esta zona el espesor de los materiales pliocenos es de alrededor de unos 80 m., 30 bajo el mar y 50 emergidos (erosionados en parte), estando constituidos los fondos rocosos hasta distancias de unas tres millas y profundidades de 15 a 20 m., por estos materiales, así como todos los arrecifes y escollos próximos a la costa.

En la serie pliocena, de forma general, se podrían diferenciar los siguientes niveles:

- En la base, conglomerados conchíferos de color ocre oscuro, en facies *roca ostionera*, con gran número de fósiles de moluscos (*Cardium*, *Pecten*, *Ostrea*, *Pectunculus*, etc.), así como gran cantidad de cantos de cuarzo y cuarcita.
- Encima, *arenas calcáreas*, de color ocre claro, con gran cantidad de restos fósiles de conchas.

Estos materiales son sobre los que se asienta la ciudad de Cádiz y otras poblaciones costeras, constituyendo el conglomerado conchífero (roca ostionera) al nivel estructural sobre el que se detiene la erosión, dada su mayor resistencia, constituyendo, pues, las plataformas de abrasión marina de esta parte del litoral.

Respecto a los materiales *cuaternarios*, se trata de depósitos muy recientes, procedentes de la erosión de otros más antiguos, estando constituidos por: conglomerados, arenas, arcillas, limos y algunas calizas de tipo detrítico, transportados por los ríos o el mar, siendo redistribuidos posteriormente a lo largo de toda la costa. De forma genérica, estos materiales pueden ser clasificados en:

- Fangos de marisma de origen fluvio-marino, bien representados en la zona interior de la Bahía de Cádiz.
- Arenas de playa y dunas recientes.
- Arenas de playa y dunas antiguas.
- Sedimentos marinos de plataforma.

## CLASES GRANULOMETRICAS

Las muestras estudiadas se han agrupado en CLASES o TIPOS de sedimentos, según sus características granulométricas y sus analogías (ver tabla I). Se han diferenciado seis clases, cuya distribución se refleja en el mapa de la figura 4. En el mismo se observa una zona litoral, con predominio de materiales groseros, aumentando mar adentro el contenido en arena y fango de los sedimentos, distribuyéndose este último mayoritariamente en la parte más septentrional de la zona muestreada, mientras que el material arenoso predomina en las partes más meridionales de la misma.

TABLA I

Medias y desviaciones estándar de las variables y parámetros de las distintas clases granulométricas

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 6
Porcentaje gravas ... ..	75,85	2,08	0,08	0,50	1,59	2,42
	3,02	1,87	0,08	0,72	0,94	1,93
Porcentaje arenas ... ..	17,17	63,06	2,30	75,10	88,74	33
	0,67	7,49	2,20	1,26	3,07	5,57
Porcentaje limos ... ..	1,73	14,58	37,52	11,26	5,89	31
	0,45	4,1	4,04	0,29	1,32	4,98
Porcentaje arcillas ... ..	5,24	20,28	60,10	13,14	4,23	33,57
	2,03	4,57	3,26	1	0,53	10,6
Tamaño medio de grano Phi ... ..	— 1,5	4,54	8,96	4,38	2,20	5,64
	0,5	5,6	—	9,96	6,64	6,64
Media Phi ... ..	— 2,84	3,44	7	3,8	2,84	3,43
	0,05	0,59	0,33	0,12	0,16	1,1
Desviación Phi ... ..	— 2,66	3,49	7,23	4,20	4,02	3,46
	0,03	0,59	0,37	0,24	0,25	1,11
Asimetría Phi ... ..	1,33	1,23	— 0,36	0,12	— 0,04	— 2,28
	3,6	1,55	3,05	6,64	3,38	— 1
Kurtosis Phi ... ..	1,5	2,01	2,59	2,61	2,57	2,18
	6,6	3,18	5,05	5,64	5,64	4,05

## Descripción de las clases granulométricas

CLASE 1. Gravas arenosas bien clasificadas para los tamaños más gruesos (75 por 100). Sedimento inmaduro procedente de la erosión de los acantilados costeros y plataformas de abrasión litorales, constituidos por conglomerados ostioneros. Los materiales de la fracción media y fina proceden de la erosión de las playas y de aportes fluviales. Se sitúan en una estrecha franja a lo largo del litoral con una anchura de unas cuatro millas.

CLASE 2. Arena fangosa. Se trata de materiales mal clasificados que presentan un carácter bimodal. Sedimento algo inmaduro procedente de diversas áreas fuente y cuya deposición debió de realizarse en un medio de moderada energía.

CLASE 3. Fango. Materiales con un contenido en arena de sólo el 2 por 100, acumulados probablemente por exceso de carga en zonas próximas a la desembocadura del río Guadalquivir. Se sitúan en forma de lengua paralela a

la costa y cuyo vértice más distal hacia el Sur alcanza la altura de la isla de Sancti-Petri, al sur de la Bahía de Cádiz, y a unas cinco millas de la costa, alcanzando mar adentro profundidades superiores a los 100 metros.

**CLASE 4.** Arena fangosa (75 por 100 de arena). Estos materiales presentan un carácter bimodal, situándose la moda secundaria en la fracción fina. Se trata de un sedimento algo inmaduro, cuyo transporte y sedimentación debió realizarse en un medio de moderada energía.

**CLASE 5.** Arena, con sólo un 10 por 100 de fango. Materiales relativamente maduros cuyo transporte y sedimentación debió realizarse en condiciones aproximadamente parecidas a las de las clases 2 y 4, y cuya mejor selección y mayor tamaño de grano está tal vez relacionado con las irregularidades del fondo y corrientes profundas.

**CLASE 6.** Fango arenoso (con un 33 por 100 de arena). Sedimento inmaduro de carácter bimodal, cuyas curvas acumuladas presentan abundantes mesetas que expresan la dispersión de los tamaños no pertenecientes a las modas. Estos materiales aparecen dispersos entre los pertenecientes a las clases 1, 2 y 3, o bien ser consecuencia del aporte de materiales heterogéneos en zonas donde actúan flujos o corrientes que alteran la distribución general del sedimento.

#### COMPONENTES DE LA FRACCION ARENA

El análisis de componentes de la fracción arenosa ha permitido, a partir de los datos obtenidos, establecer tres tipos o clases de sedimentos. En general, el contenido en minerales pesados es inferior al 2 por 100, disminuyendo en el centro y sur de la zona y aumentando hacia el norte de la misma; en áreas próximas a la Bahía de Cádiz y Chipiona se alcanzan porcentajes de hasta el 4 por 100 (CAÑADA et al., 1977). No se han determinado los porcentajes relativos de minerales dentro de la fracción pesada, habiéndose detectado la existencia

de: turmalina, circón, rutilo, epidota, hornblenda, granate, magnetita, andalucita, pirita, etc. La andalucita aparece en todas las muestras de una forma casi constante, siendo más abundante en las proximidades de la desembocadura del Guadalquivir. La glauconita aparece también en casi todas las muestras, siendo menos abundante en las proximidades del Guadalquivir y presentando la máxima concentración en el centro de la zona muestreada. El contenido en mica es pobre, en general, destacando la clase 1, con un 11 por 100 de la fracción arena (clase con un 98 por 100 de fango). Los carbonatos están constituidos mayoritariamente por elementos biogénicos (foraminíferos planctónicos y bentónicos, moluscos, así como espículas de esponjas, equinodermos y ostrácodos) y calcita. El cuarzo aparece como componente constante y mayoritario de las facies arenosas, junto con la conchuela; los granos aparecen en general angulosos, coexistiendo a la vez un cierto porcentaje de granos muy rodados y pulidos que muestran un importante grado de retrabajamiento.

#### Descripción de las clases de sedimentos según los componentes de la fracción arena

**CLASE 1.** Sedimentos con más del 67 por 100 de carbonatos y sólo el 16 por 100 de cuarzo, con un 11 por 100 de mica. Coincide con la clase 3 granulométrica (fango). El contenido en glauconita es muy bajo, siendo relativamente abundante la concentración de minerales pesados.

**CLASE 2.** Las concentraciones de carbonatos y cuarzo de la fracción arena se encuentran en cantidades muy igualadas (52 y 41 por 100, respectivamente). Aparece como una facies de transición entre las clases 1 y 3. El contenido biogénico de esta clase es importante, correspondiente la casi totalidad del porcentaje de carbonatos al mismo.

**CLASE 3.** Arenas cuarcíferas (68 por 100 de cuarzo); se corresponde con las clases 1, 2, 4 y 5 granulométricas. El contenido en glauconita de los materiales de esta clase alcanza un mayor porcentaje en la parte central de la zona, disminuyendo hacia el Norte y el Sur.

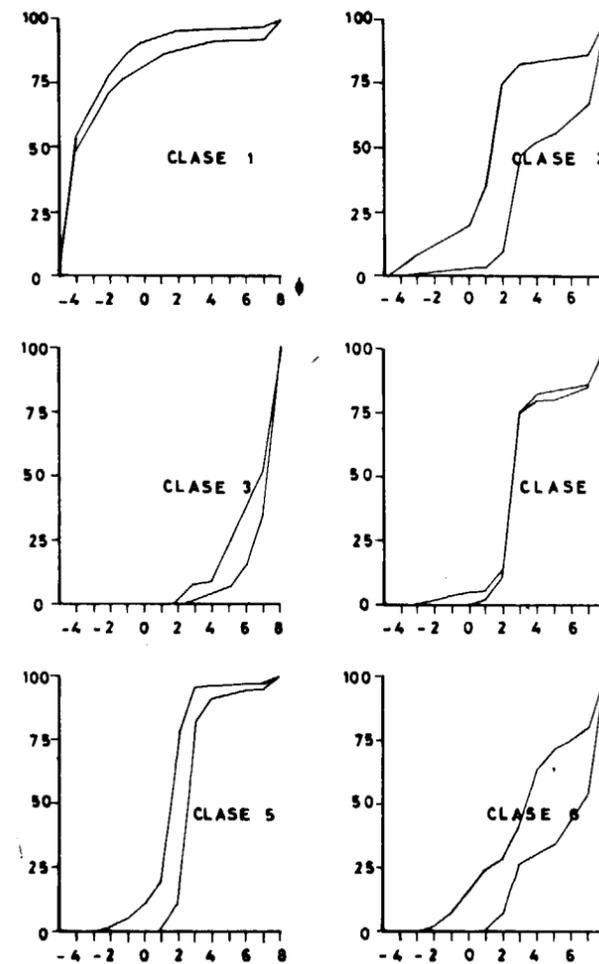


Figura 3.—Zonas de dispersión de las curvas acumuladas de las distintas clases granulométricas.

#### COMPONENTES DE LA FRACCION ARENA

El estudio de componentes de las diferentes muestras analizadas ha permitido establecer, en esta zona, tres tipos de materiales a partir de la similitud de los constituyentes de la fracción arena:

Porcentaje de cuarzo, porcentaje de carbonatos y porcentaje de micas, minerales pesados, etc.

Es de destacar que los materiales incluidos en la clase 1 de componentes, que se corresponden casi totalmente con la clase 3 granulométrica, contienen un porcentaje promedio de arena de sólo el 2 por 100, siendo el resto a fango, caracterizándose además por su bajo contenido en cuarzo.

El contenido en minerales pesados es inferior al 2 por 100 en todas las clases de la zona, disminuyendo aún más en las facies arenoso-cuarcíferas situadas en el centro y sur de la zona muestreada. No obstante, al norte de Chipiona, y en algunas zonas próximas a la Bahía de Cádiz, existen embolsamientos en los que el porcentaje de minerales pesados sobrepasa el 4 por 100 del peso total del sedimento (FOMAR). No se han determinado porcentajes relativos de minerales dentro de la fracción pesada, habiéndose detectado la existencia de: turmalina, circón, rutilo, epidota, hornblenda, granates, magnetita, pirita, etc.

El contenido en micas de los sedimentos de la zona es en general muy pobre, siendo destacable la clase 1, con un contenido de hasta el 11 por 100 de la fracción arena, aunque el porcentaje de ésta en la clase es de sólo el 2 por 100.

La andalucita aparece en casi todas las muestras de las tres clases definidas, siendo más abundante en la zona norte de la clase 1, con un porcentaje promedio del 2 por 100 de la fracción arena, en las proximidades de la desembocadura del Guadalquivir.

La glauconita aparece también en casi todas las muestras, siendo menor en la zona de la desembocadura del Guadalquivir y al sur del área muestreada, presentándose la máxima concentración en la parte central de la misma.

Los componentes biogénicos, dados globalmente como conchuela, están constituidos fundamentalmente por foraminíferos bentónicos, planctónicos, restos de briozoos, equinodermos, espículas, fragmentos de moluscos bivalvos y gasterópodos.

#### Descripción de las clases de sedimento según los componentes de la fracción arena.

**CLASE 1.** Se trata de fango muy arcilloso con un contenido en carbonatos de más del 67 por 100 de la fracción arena, 16 por 100 de cuarzo y 11,3 por 100 de micas, tratándose de una de las pocas clases que tienen, en la fracción arena, un porcentaje relativamente alto de este mineral. En general se corresponde con la clase 3 granulométrica.

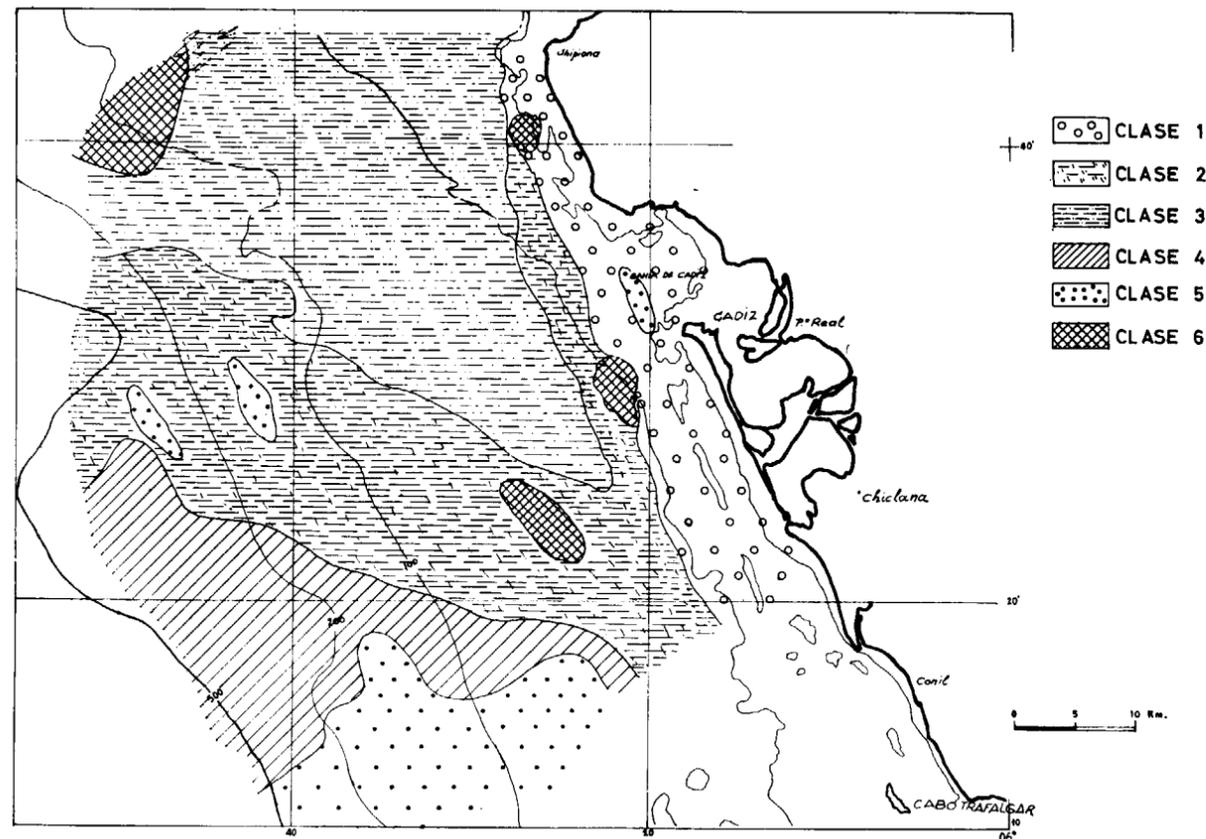


Figura 4.—Mapa de clases granulométricas.

El contenido en andalucita es el doble que el de glauconita, lo que indica un claro origen fluvial y escaso retrabajamiento marino. El porcentaje en minerales pesados es el más elevado de toda la zona muestreada. En cuanto a los componentes biogénicos, en general, es elevado (más del 67 por 100), variando desde las zonas más cercanas a la desembocadura del Guadalquivir, donde es más escasa, hasta las zonas distales, donde son más abundantes.

En las zonas más alejadas de la costa el contenido en glauconita aumenta hasta superar al de andalucita de forma considerable, lo que indica un mayor retrabajamiento marino dentro de la misma facies.

**CLASE 2.** Se trata de arenas finas y arenas fangosas cuya fracción media contiene unos porcentajes de cuarzo y carbonatos muy semejantes (52 por 100 de carbonatos y 41 por 100 de cuarzo). Se muestra como una facies de transición entre la clase 1, fundamentalmente carbonatada, y la 3, cuarcífera. El porcentaje en andalucita es ligeramente superior al de glauconita y el porcentaje de minerales pesados es sensiblemente inferior al de la clase 1. El contenido en micas es insignificante. El contenido biogénico es abundante, correspondiéndose prácticamente con el de carbonatos, predominando en ellos los foraminíferos bentónicos, restos de caparzones de moluscos, etc.

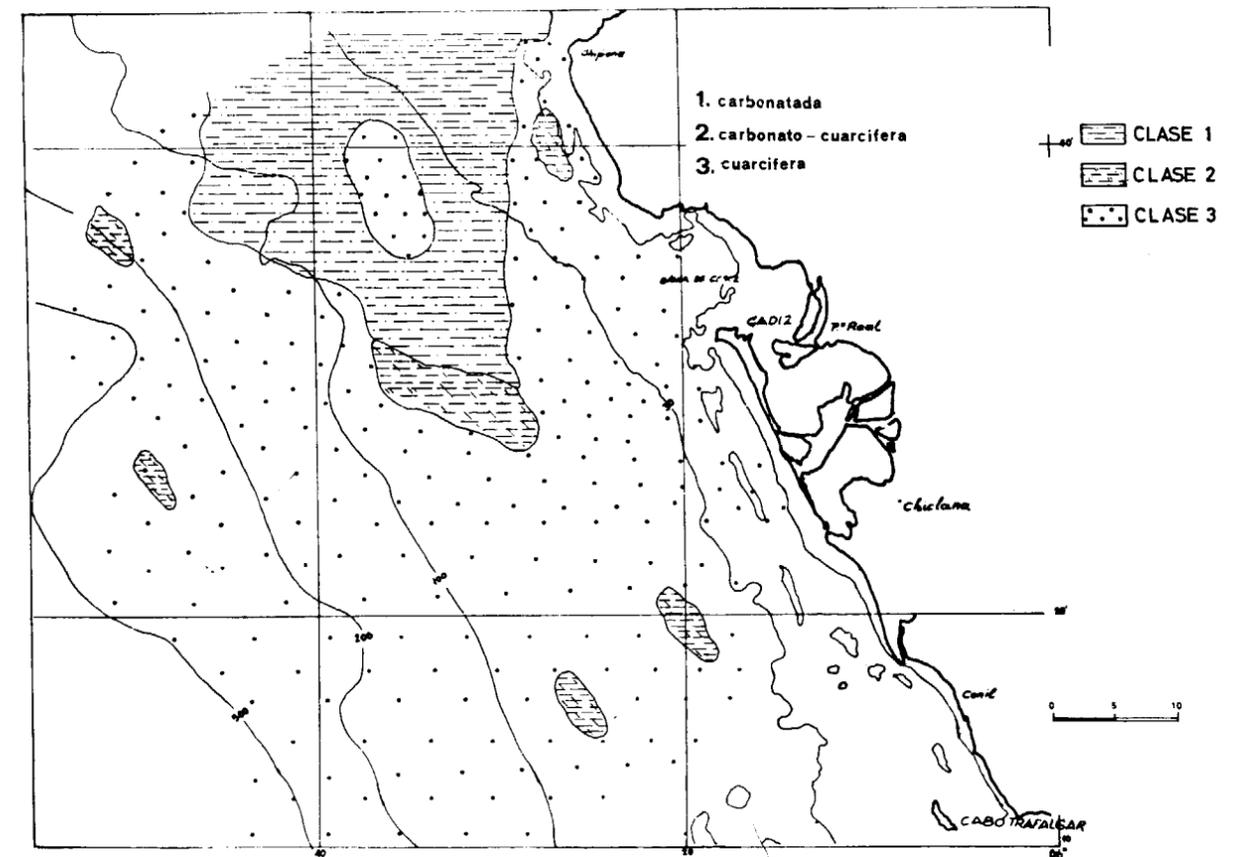


Figura 5.—Mapa de los componentes de la fracción arena.

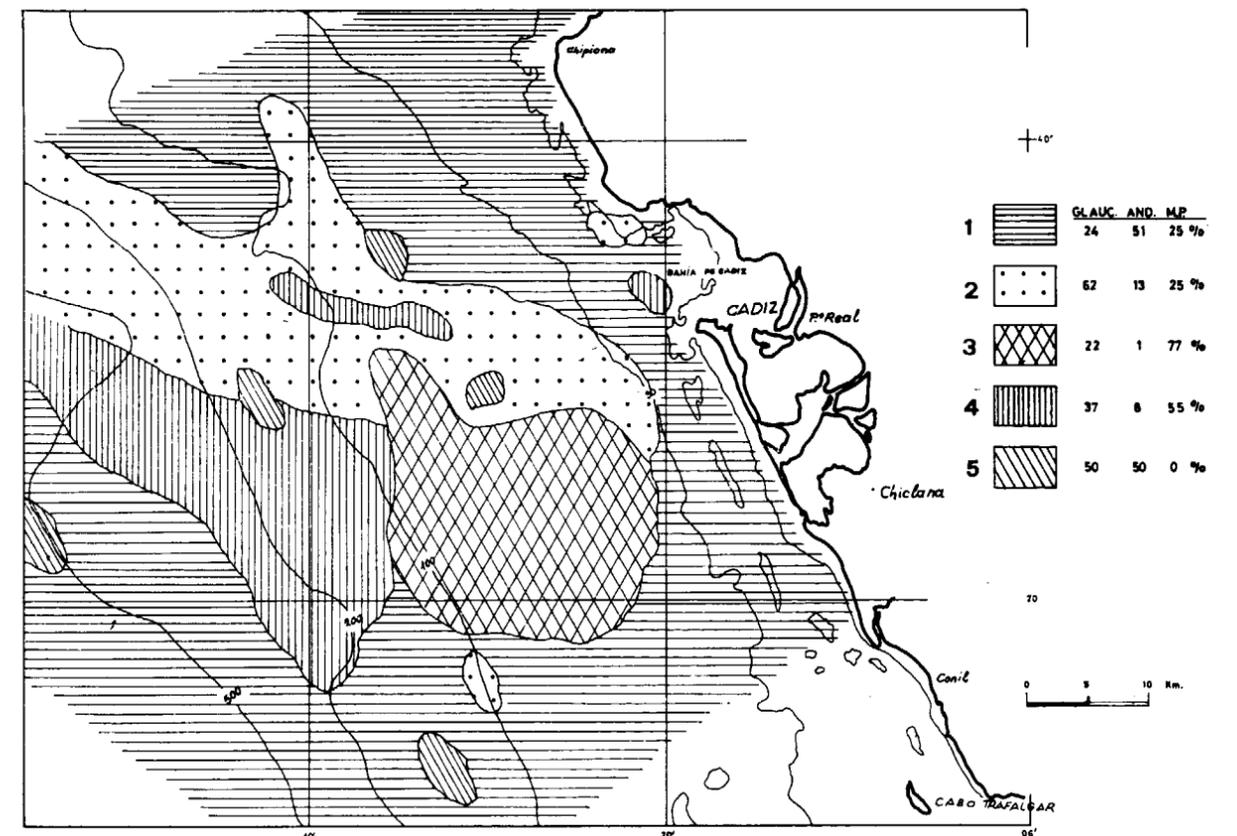


Figura 6.—Distribución de porcentajes relativos de glauconita, andalucita y minerales pesados.

**CLASE 3.** Se trata fundamentalmente de arenas, correspondiéndose con las clases 1, 2, 4 y 5 granulométricas. Eminentemente cuarcífera (68 por 100), con un 22,5 por 100 de carbonatos, el contenido en micas es insignificante. Los porcentajes de glauconita, andalucita y minerales pesados son muy variables según su situación, apreciándose un mayor contenido en glauconita y minerales pesados en la zona central, disminuyendo hacia el sur el porcentaje de glauconita respecto al de andalucita hasta hacerse semejante al de la clase 1. El contenido en biogénicos es el menor de las tres clases señaladas (22,5 por 100), caracterizándose por su contenido en foraminíferos bentónicos, restos de conchas de moluscos, etc.

**TABLA II**

*Medias y desviaciones estándar de los componentes analizados de la fracción arena*

	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Porcentaje Carbonatos	67,59	52,1	24,5
	6,8	7,9	4,4
Porcentaje Cuarzo	15,75	40,9	67,75
	5,6	6,9	5,05
Porcentaje Micas	11,3	3,5	4
	7,7	4,5	0,59
Porcentaje Glauconita	1,73	1,05	0,62
	1,64	1	0,33
Porcentaje Andalucita	2,01	1,3	0,32
	2,05	0,7	0,5
Porcentaje Minerales pesados	1,43	1,05	0,86
	1,05	0,59	0,59

**FACIES GEOLOGICAS**

A fin de sintetizar los datos obtenidos de los análisis granulométricos y de componentes, se han definido siete tipos de sedimentos o facies (ver mapa fig. 8).

*Descripción de las facies geológicas*

**FACIES 1.** Arcilloso-limosa, se corresponde con la clase 3 granulométrica y la 1 de

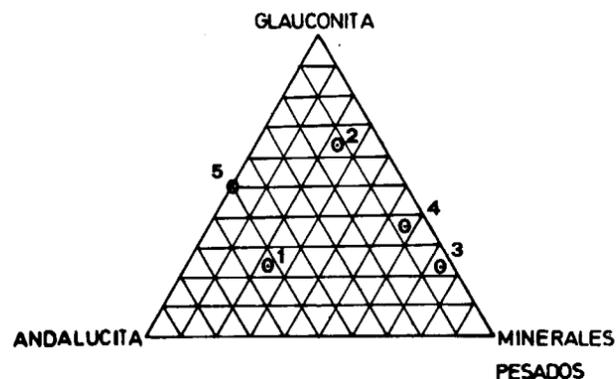
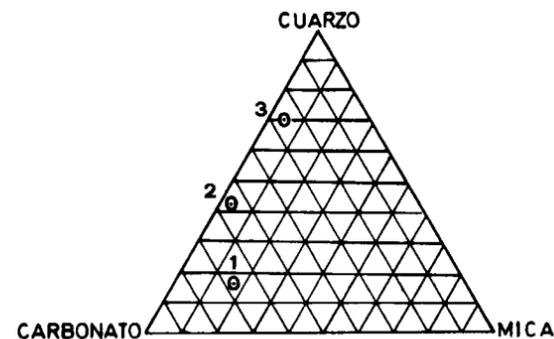
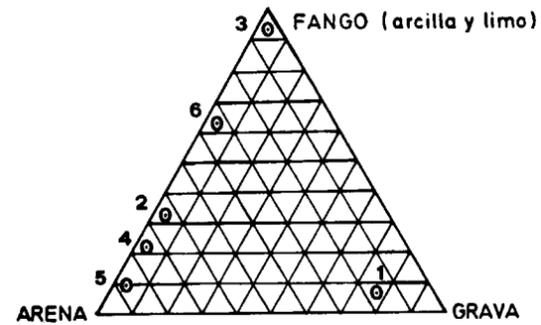


Figura 7.—Diagramas triangulares de las clases granulométricas y componentes de la fracción arena.

componentes, eminentemente carbonatada, aunque presenta zonas donde el componente mayoritario de la fracción arena es el cuarzo (F. 1b) o bien zonas mixtas carbonato-cuarcíferas (F. 1c) (véase mapa de facies geológicas).

En la parte más septentrional y oriental de la zona estudiada estos materiales presentan un contenido

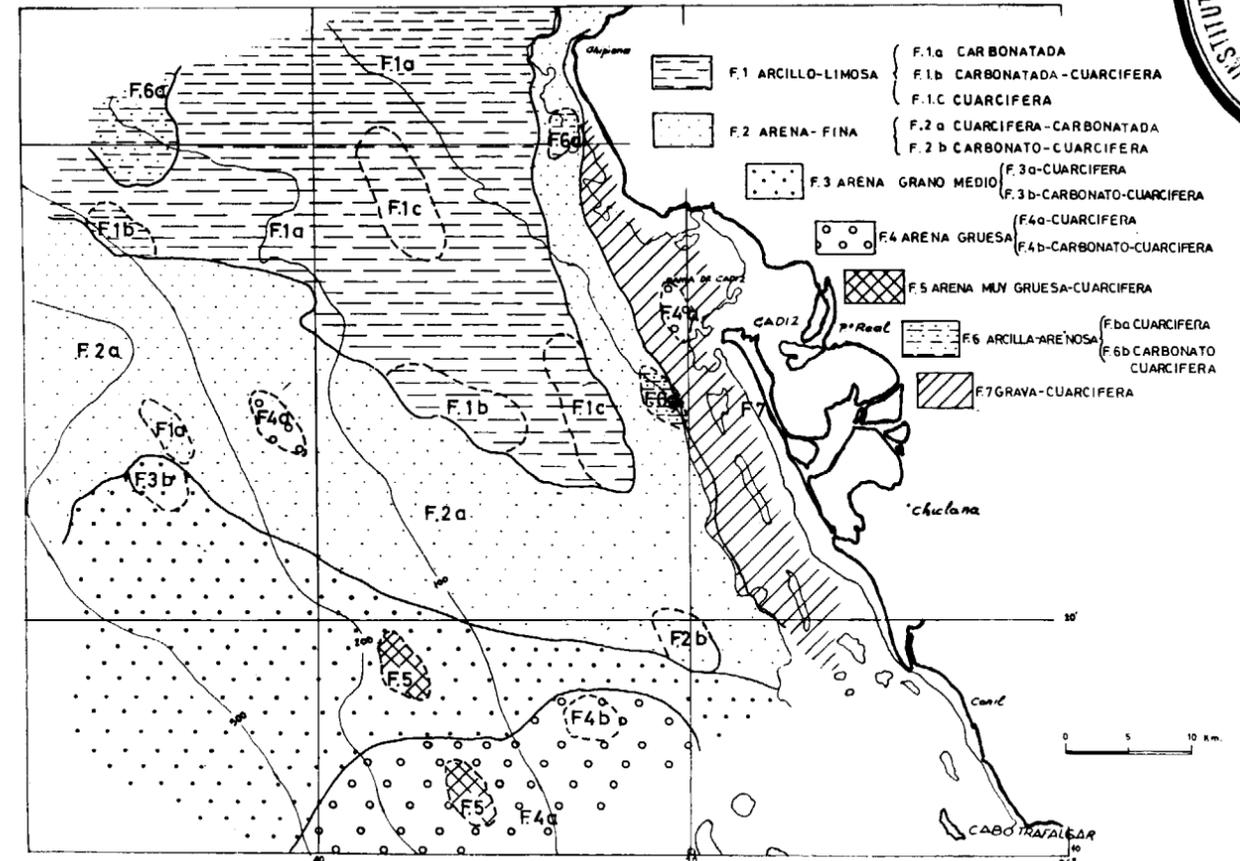


Figura 8.—Mapa de facies geológicas.

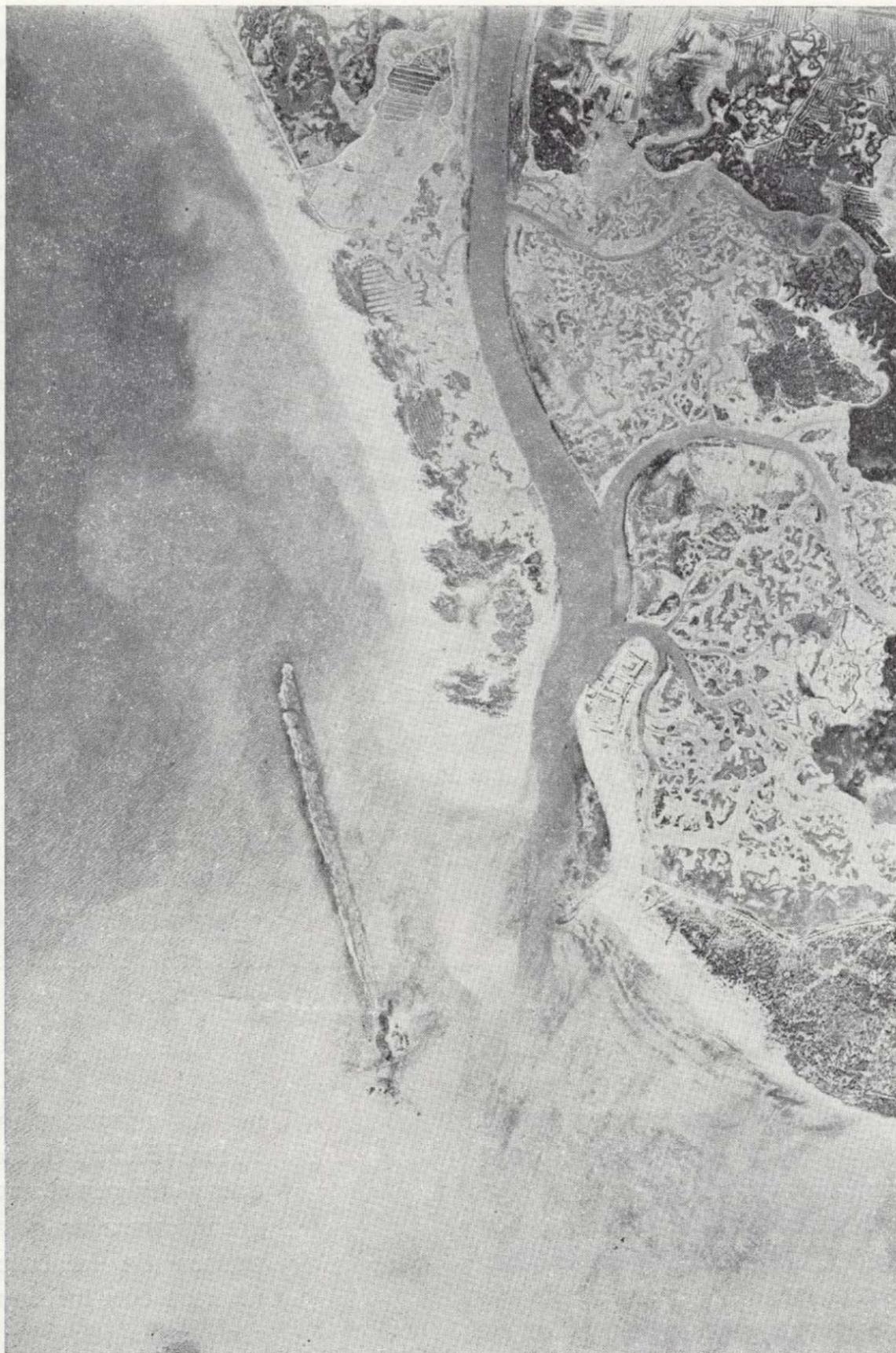
en andalucita y minerales pesados muy superior al de glauconita, lo que indica una mayor influencia continental. En las zonas más distales, por el contrario, los porcentajes de glauconita presentes en las muestras obtenidas superan claramente a los de andalucita, lo que indica un mayor retrabajamiento marino.

En cuanto al contenido biogénico, este es menor en las zonas más próximas a la desembocadura del Guadalquivir, zona por otra parte poco muestreada, y aumenta en el resto, predominando los restos de los moluscos y foraminíferos.

**FACIES 2.** Arena fina con un 25 por 100 de fango. El principal componente de la arena es el cuarzo (F. 2a), existiendo zonas en las que la arena tie-

ne un mayor porcentaje en carbonatos (F. 2b) debido a su mayor riqueza biógena. Incluye a la clase 2 granulométrica y a la 2 de componentes de la fracción arena. Sedimentos con un marcado carácter marino, señalado por los porcentajes de glauconita, que superan a los de andalucita en la mayoría de las muestras estudiadas y su mejor clasificación.

**FACIES 3.** Arenas de grano medio, se sitúan al sur de las facies anteriores, alcanzando en algunas partes la plataforma externa. Sedimentos fundamentalmente cuarcíferos que incluyen embolsamientos de material carbonatado debido a la mayor riqueza de elementos biogénicos (conchuela). Existe una claro predominio en los



Fotografía II.—Vista de la desembocadura del cañon de Sancti-Petri, en la que se observan los materiales de la clase 1 granulométrica (grava y arena) y la deriva de sedimentos a lo largo del litoral.

porcentajes de glauconita de las muestras sobre los de andalucita. Se trata, además, de materiales bastante bien clasificados.

**FACIES 4.** Arena gruesa, mayoritariamente cuar-cífera, con zonas más carbonatadas debido a la mayor existencia de restos de moluscos, foraminíferos y otros

componentes biogénicos. Se sitúa, mayoritariamente, en la parte más meridional de la zona estudiada, existiendo algunos embolsamientos en zonas más meridionales.

La ubicación de estos materiales, concuerda con una cierta gradación que se observa a partir de la facies 1,



Fotografía II.—Vista de la desembocadura del caño de Sancti-Petri, en la que se observan los materiales de la clase 1 granulométrica (grava y arena) y la deriva de sedimentos a lo largo del litoral.

porcentajes de glauconita de las muestras sobre los de andalucita. Se trata, además, de materiales bastante bien clasificados.

**FACIES 4.** Arena gruesa, mayoritariamente cuarcífera, con zonas más carbonatadas debido a la mayor existencia de restos de moluscos, foraminíferos y otros

componentes biogénicos. Se sitúa, mayoritariamente, en la parte más meridional de la zona estudiada, existiendo algunos embolsamientos en zonas más meridionales.

La ubicación de estos materiales, concuerda con una cierta gradación que se observa a partir de la facies 1,

en la zona de la desembocadura del Guadalquivir en dirección SSE, caracterizada por un aumento del tamaño de grano de los sedimentos (fango, arena fina, arena de grano medio y arena gruesa) y un mayor contenido en cuarzo en cuanto al tamaño arena se refiere, en la misma dirección. Por el contrario el contenido en glauconita respecto al de andalucita, que para facies anteriores aumentaba en la misma dirección, disminuye en esta zona.

**FACIES 5.** Arena muy gruesa. Se trata de pequeños embolsamientos en zonas de granulometría más fina (arena fina o de grano medio), de naturaleza eminentemente cuarcífera, siendo el contenido relativo de glauconita y andalucita igual que en la facies anterior.

**FACIES 6.** Arcilla arenosa. Se trata de materiales de transición entre los de la facies 1 y el resto de materiales más gruesos. Destaca una zona próxima a la desembocadura del Guadalquivir, al oeste de la facies 1 de naturaleza cuarcífera y otra zona de menor extensión al este, cerca de Chipiona, en la que predominan los carbonatos de origen biogénico sobre el cuarzo.

**FACIES 7.** Grava cuarcífera. Se trata de sedimentos litorales de grano grueso y muy grueso, relacionados con los fenómenos de erosión, transporte y sedimentación en la costa, por acción, fundamentalmente, del oleaje.

## CONCLUSIONES

Los sedimentos no consolidados de la plataforma continental del Golfo de Cádiz, comprendida entre Chipiona y Cabo Roche, se caracterizan por la existencia de tres zonas claramente diferenciadas:

Una zona litoral que se extiende a lo largo de una estrecha franja próxima a la costa, caracterizada por unos materiales constituidos mayori-

tariamente por gravas y arena y por su naturaleza cuarcífera.

Una segunda zona de naturaleza arenoso cuarcífera, con algunos embolsamientos carbonatados de origen biogénico, y que se sitúa en el centro y sur de esta parte de la plataforma. El tamaño de grano de las arenas y el porcentaje de éstas en los sedimentos, así como la madurez y clasificación de éstos aumentan hacia el sur (ver curvas granulométricas de la figura 3).

La tercera zona, ocupa toda la parte norte de la zona muestreada, alcanzando, en forma de cuña, el centro de la misma, influenciada tal vez por las corrientes costeras del NO. Se trata de un material de naturaleza eminentemente arcilloso-limoso, con menos de un 2 por 100 de arena.

## BIBLIOGRAFIA

- ARIAS, A.: *Contribución al conocimiento de la fauna bentónica de la Bahía de Cádiz*. Investigación Pesquera, núm. 40, pp. 355-386 (1976).
- BOUCART, J.: *Le Quaternaire marin dans le Golfe de Cadix*. C. R. Acad. Sci., 201, París, pp. 1493-1495 (1935).
- CAÑADA GUERRERO, F., et al.: *Estudio mineralógico de los sedimentos costeros y mineralógicos-sedimentológicos de la plataforma continental submarina entre el paralelo de Cádiz y el meridiano 6º 40' longitud W*. Resumen Proyecto FOMAR (Zona Huelva-Cádiz), Cádiz (1977).
- CHAUVE, P.: *Etude géologique du Nord de la province de Cadix*. Mem. IGME, t. LXIX (1968).
- FOLK, R.: *Petrology of Sedimentary Rocks*. The University of Texas, Hemphill's, Austin, Texas (1965).
- GAVALA Y LABORDE, J.: *Mapa geológico de la provincia de Cádiz*. IGME (1924).
- GAVALA Y LABORDE, J.: *Cádiz y su Bahía en el transcurso de los tiempos geológicos*. Asociación Española para el progreso de las ciencias, mayo 1927, Cádiz, pp. 35-50 (1927).
- GAVALA Y LABORDE, J.: *Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja núm. 1.062 (Cádiz)*. IGME (1959).
- GIRO, S., y MALDONADO, A.: *Definición de facies y procesos sedimentarios en la plataforma continental de Valencia (Mediterráneo Occidental)*. Estudio oceanográfico de la plataforma continental. Seminario Interdisciplinar. Comité conjunto hispano-americano, Cádiz, pp. 75-96 (1983).
- HERAS, A. R., et al.: *Análisis de los fondos de la Bahía de Cádiz*. Boletín de I. E. O., núm. 75 (1956).

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Mapa de Síntesis Geológica de España, Escala 1:200.000, Hojas números 81 y 86.*

HERNÁNDEZ PACHECO, F., y ASENSIO AMOR, I.: *Materiales areniscosos del frente litoral de la Barrosa. Chiclana de la Frontera (Cádiz).* Estudios geológicos, vol. XX, pp. 175-182. Instituto «Lucas Mallada». CSIC (1964).

MABESONE, J. M.: *Coastal sediments and coastal development near Cádiz (Spain).* Geologie en Mijnbouw; Amsterdam, vol. 42, pp. 23-43 (1963).

MALDONADO, A., y ZAMARREÑO, I.: *Modelos sedimentarios en las plataformas continentales del Mediterráneo español: factores de control, facies y procesos que rigen su desarrollo.* Estudio oceanográfico de la plataforma conti-

nenal. Seminario Interdisciplinar. Comité conjunto hispano-norteamericano, Cádiz, pp. 15-52 (1983).

PERCONIG, E., y MARTÍNEZ DÍAZ, C.: *Perspectivas petrolíferas de Andalucía Occidental.* Bol. Geol. y Min. de España, t. LXXXVIII-V, pp. 417-433 (1977).

PÉREZ-MATEOS, J., et al.: *Mineralogía de los arenales costeros españoles. Tramo Málaga-Ayamonte.* Bol. Geol. y Min., T. XCIII-I, pp. 1-18 (1982).

ZAMARREÑO, I.; VÁZQUEZ, A., y MALDONADO, A.: *Sedimentación en la plataforma de Almería. Un ejemplo de sedimentación mixta-carbonatada en clima templado.* Estudio oceanográfico de la plataforma continental. Seminario Interdisciplinar. Comité conjunto hispano-norteamericano, Cádiz, pp. 95-119 (1983).

Recibido: Abril 1984.

## Contribución al estudio del Nanoplacton Calcáreo del Neógeno en la provincia de Murcia

Por H. GARCIA ABOIN (\*)

### RESUMEN

Se han estudiado 31 especies, que permiten datar estos sedimentos como Tortonense Superior-Andalucense, siendo su sedimentación de zona nerítica, con aguas templadas a cálidas, apreciándose dos posibles entradas de aguas frías.

### ABSTRACT

They have studied 31 species which allow to date these sediments as Upper Tortonian-Andalusian stages, sedimentation of neritic zone with warm and hot waters having a two possible entrance of cold water.

### SITUACION GEOGRAFICA

La zona objeto de este estudio se encuentra situada en la provincia de Murcia; en la carretera de Murcia a Cartagena, entre los Km. 158 y 160 (fig. 1).

Estos terrenos pertenecen a la cuenca neógena del Mar Menor, constituyendo la mayor parte de la Sierra de Carrascoy.

### CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS

Se ha levantado una columna estratigráfica, con el fin de situar en ella las muestras recogidas (figura 2).

Pueden distinguirse dos unidades:

- En su base comienza con las Margas de Torremendo, margas de color grisáceo con finos niveles yesíferos en su interior. Se encuentran en esta unidad intercalados niveles de mayor dureza que forman morfológicamente unas cuestras; se trata de una alternancia calcáreo arenosa-margosa, denominada por DEMARQ (1964) «cuestras intermedias».

- Culmina con las «Areniscas del Rebate», serie detrítica calcárea, que presenta en su interior un nivel de margas con ostreidos muy abundantes y bien conservados.

Se han recogido muestras en niveles anteriores a las «cuestras intermedias», en las cuestras, y después de éstas hasta las «Areniscas del Rebate», tomándose en estas muestras sólo en el nivel de margas con ostreidos.

### OBJETIVOS

Los objetivos que nos planteamos al realizar este estudio son los siguientes:

- Adoptar un método válido para el estudio del Nanoplacton Calcáreo.
- Confirmar la presencia en el Nanoplacton Calcáreo en los sedimentos margosos del Mioceno Superior en la provincia de Murcia.
- Analizar la importancia del Nanoplacton Calcáreo como indicador de un criterio estratigráfico y paleogeográfico.
- Señalar la aportación de dicho estudio al conocimiento del Mioceno Superior.

(\*) Licenciado en Ciencias Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid.

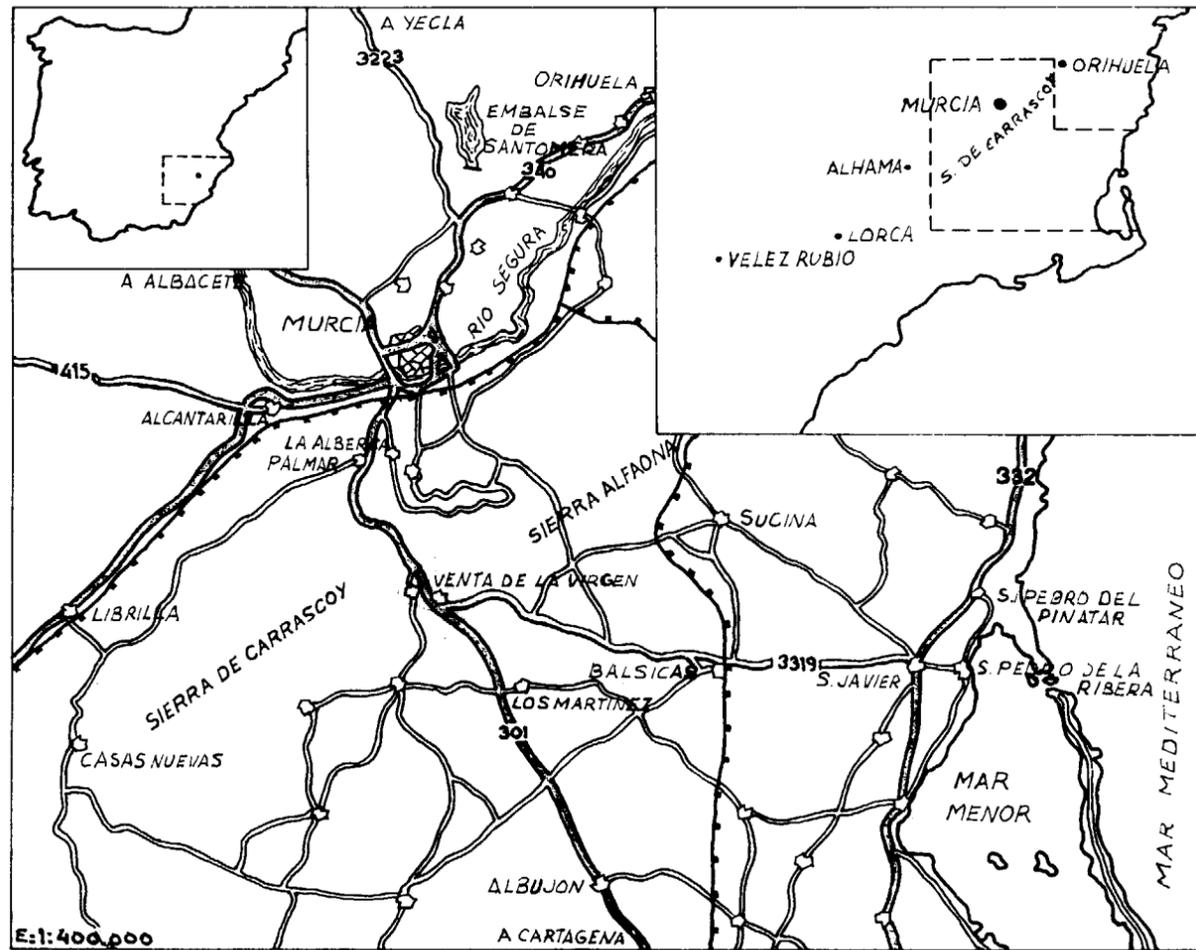


Figura 1

**TECNICAS Y METODOS**

El hecho de ser el Nanoplancton Calcáreo el grupo más pequeño con que actualmente trabajan los Paleontólogos, supone ventajas a la vez que inconvenientes. Entre las primeras se encuentra el gran número de ejemplares existentes en una pequeña cantidad de muestra, y entre las segundas el cuidado con que debe ser tratado el material a fin de evitar su contaminación.

En su estudio podemos distinguir dos técnicas:

a) *Técnica de campo:*

Con el fin de extraer muestra fresca se recomienda profundizar unos 15 cm., tomando la precaución de limpiar posteriormente el material empleado con ácido clorhídrico al 10 por 100. La muestra se recoge con paletas de madera desechables.

b) *Técnicas de laboratorio:*

Previo a la limpieza de las muestras se observa una pequeña cantidad de las mismas con el fin de certificar la presencia de Nanoplancton Calcáreo. Una vez comprobado se pone una pequeña cantidad de muestra en un tubo de ensayo (previamente limpio, con ácido clorhídrico al 10 por 100) y se añade a continuación agua y dos gotas de hexametáfosfato de sodio. Al día siguiente se homogeniza la muestra y se la somete a la acción del ultrasonido y a la centrifugación tantas veces como sea necesario. Nuestras muestras han sido sometidas la primera vez a 10 segundos de ultrasonido, y en veces sucesivas, a períodos cortos de 2 a 3 segundos. La media de centrifugados ha sido de 16, variando en función de las características de la muestra. El proceso del manejo de la centrifugadora es el siguiente:

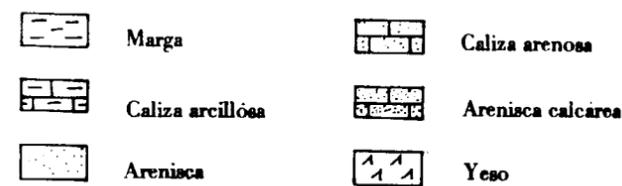
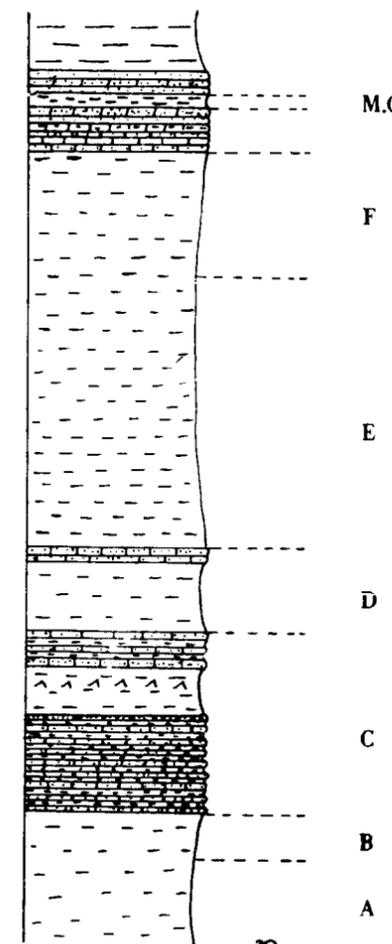


Figura 2

- se lleva el mando a la posición de 500 r.p.m.; alcanzada dicha velocidad,
- se sube a 1.000 r.p.m.,
- conseguida ésta, se pasa a
- 1.500 r.p.m.; antes de alcanzar esta velocidad se cuentan 60 segundos, transcurridos éstos, se vuelve a la posición anterior, y

— antes de alcanzar 1.200 r.p.m., se cuentan 60 segundos, al cabo de los cuales se para la centrifugadora.

Todo este minucioso proceso tiene como fin encontrar las revoluciones apropiadas para limpiar la muestra, sin que en el agua sobrenadante que se tira posteriormente se vaya Nanoplancton.

El material obtenido se almacena en grandes depósitos con buen cierre, a fin de evitar la evaporación del agua y con ello el apelmazamiento de la muestra.

Previo a la realización de la preparación, se recomienda mover el sedimento y dejarlo reposar para que se sedimente fraccionalmente.

Se recomienda la utilización de portaobjetos de 1 mm. de grosor, así como del bálsamo Entellan nuevo, art. 7961 de la casa Merk, por sus características especiales.

**ESPECIES ESTUDIADAS**

Se han estudiado y clasificado 31 especies, reunidas en 10 familias. En el esquema siguiente se muestra un dibujo tipo de la Familia, sus géneros, especies y distribución temporal (fig. 3).

**CONCLUSIONES**

De acuerdo con los objetivos planteados al inicio de este estudio, se llega a las siguientes conclusiones:

- Se adopta como válido para el estudio de las muestras el método descrito anteriormente.
- Se confirma la presencia en el Mioceno Superior de Murcia de Nanoplancton Calcáreo, habiéndose estudiado 31 especies.
- Con las especies estudiadas se ha elaborado el gráfico de la figura núm. 4.

En las muestras estudiadas se aprecia la «coexistencia» de especies autóctonas mio-pliocenas, que dan lugar a una «zona de mezcla», correspondiente al enlace entre el Mioceno y el Plioceno, es decir, una zona en la que se encuentran especies Miocenas en vías de extinción y especies Pliocenas que toman su relevo.

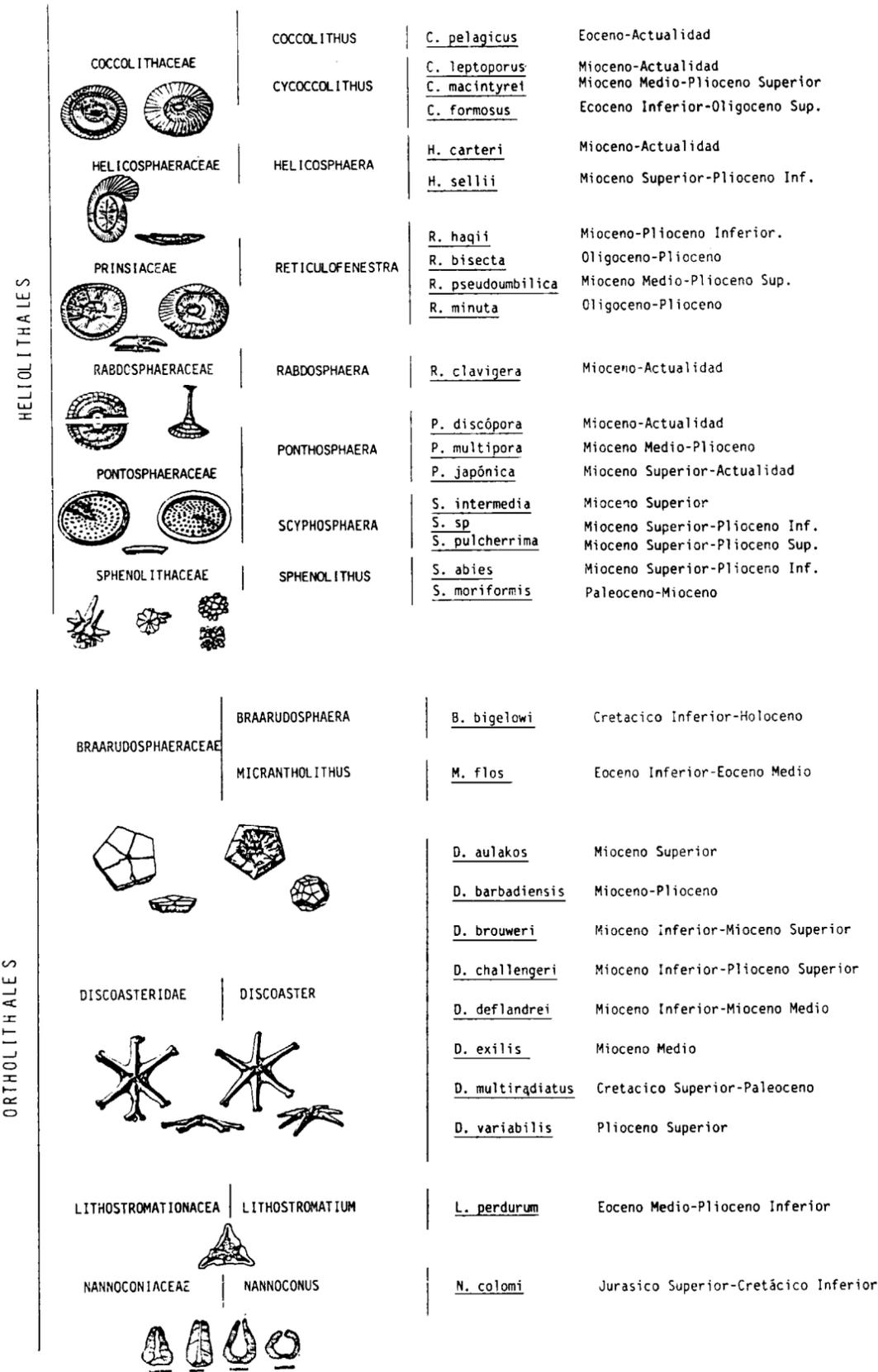
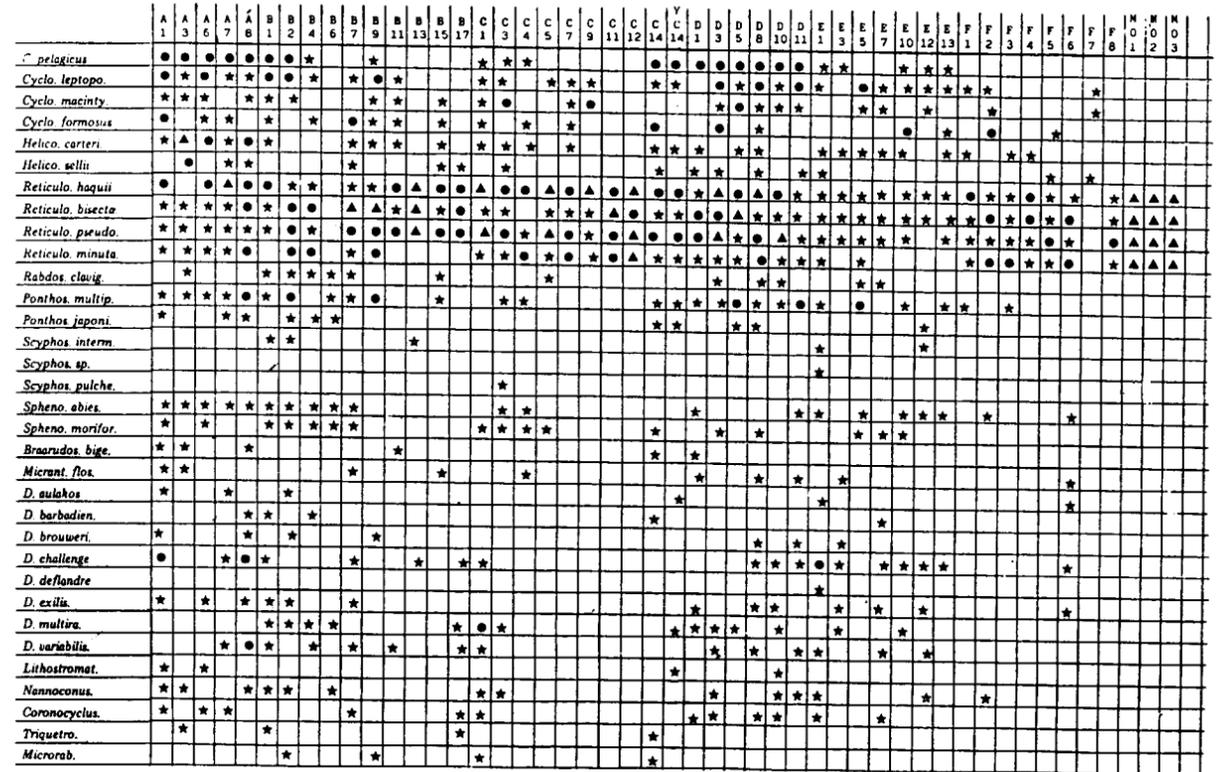


Figura 3



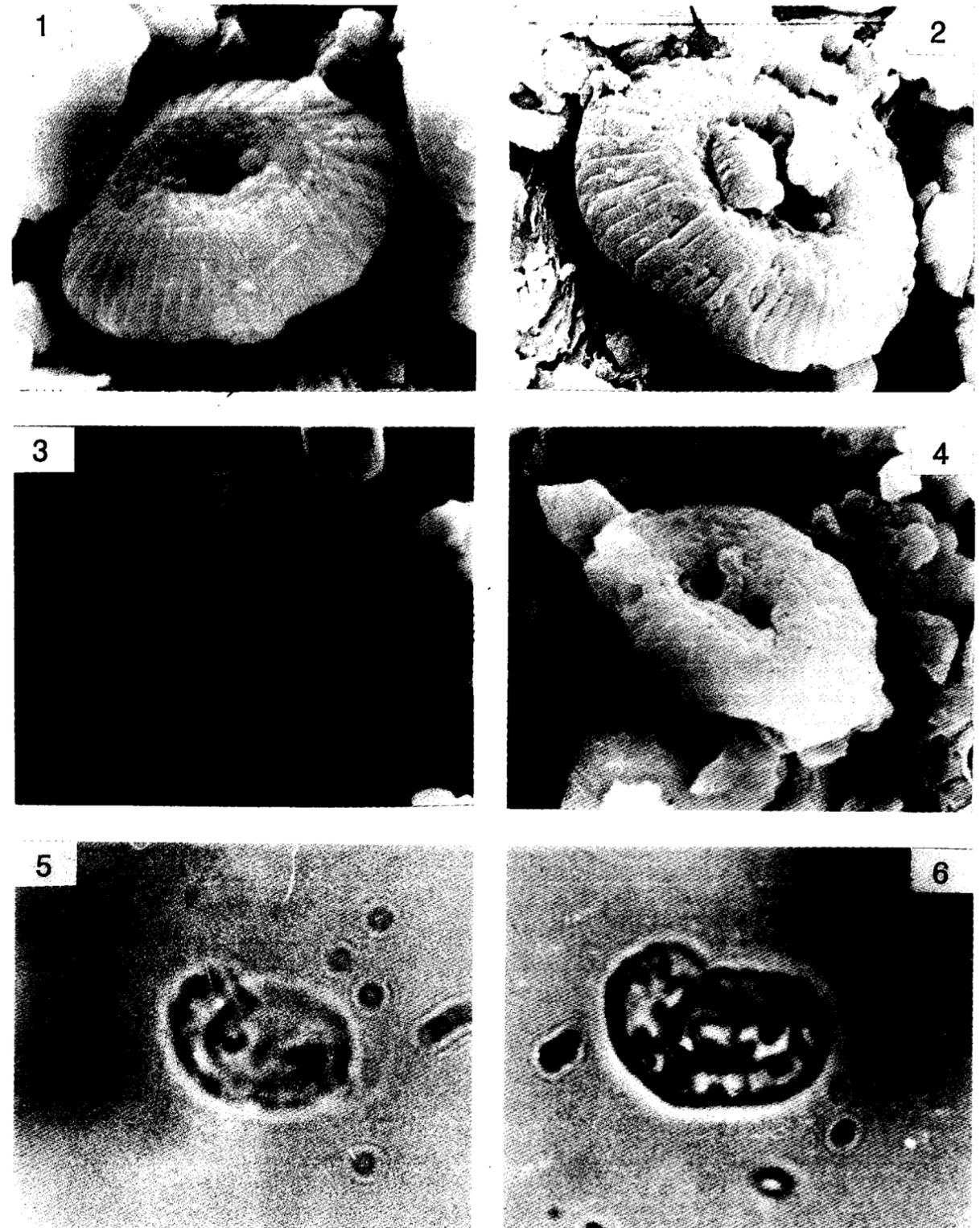
ceno Superior (Tortonense Superior-Andalucien- se) zona NN11-NN12 de MARTINI.

La sedimentación sería de zona nerítica, de aguas templadas a cálidas y con dos posibles entradas de aguas frías relacionadas con la presencia de *C. pelagicus*. Esta entrada de aguas frías sería la causante de la presencia de especies frías y de mar abierto junto con especies de aguas templadas-cálidas y de zona nerítica.

La comunicación con el Atlántico sería constante, produciéndose en dos momentos coincidente con el descenso de la temperatura de las aguas, un mayor flujo entre el Atlántico y el Mediterráneo que favorecería la entrada de nuevas especies. Al disminuir este flujo y volver a unas condiciones estables, sólo permanecerían las especies más resistentes y adaptadas a unos mayores márgenes de salinidad.

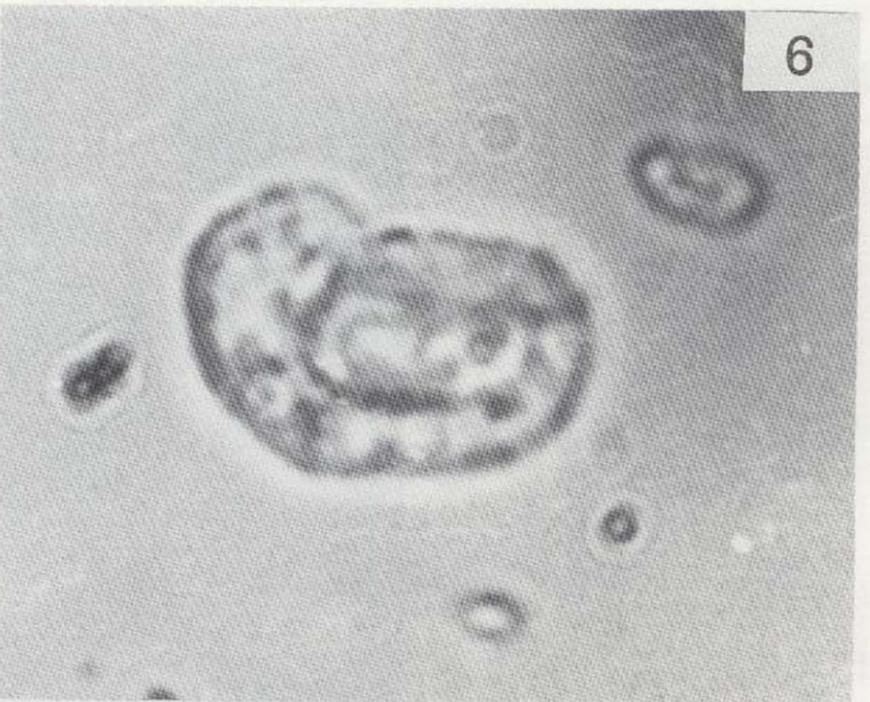
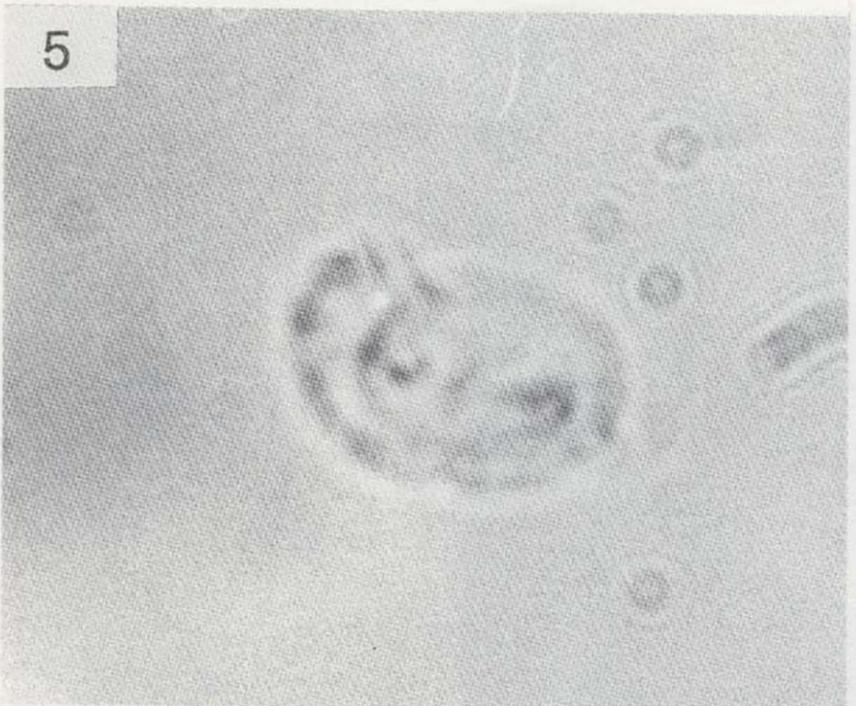
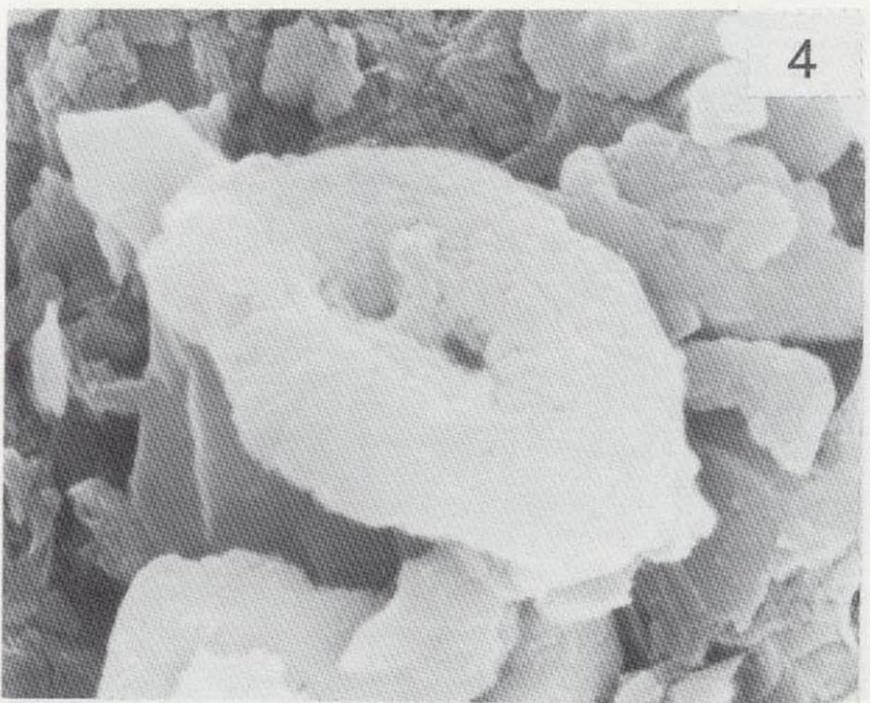
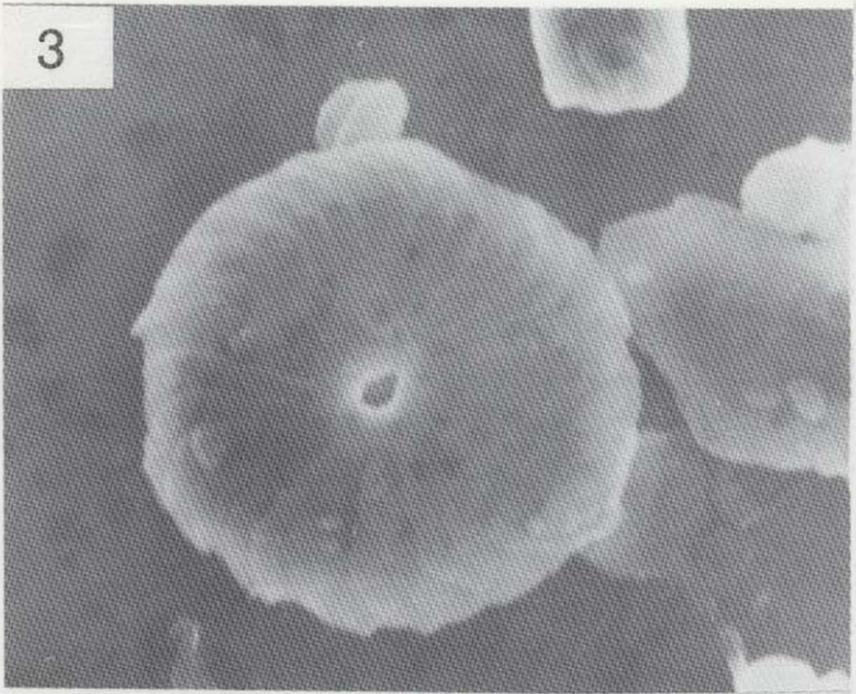
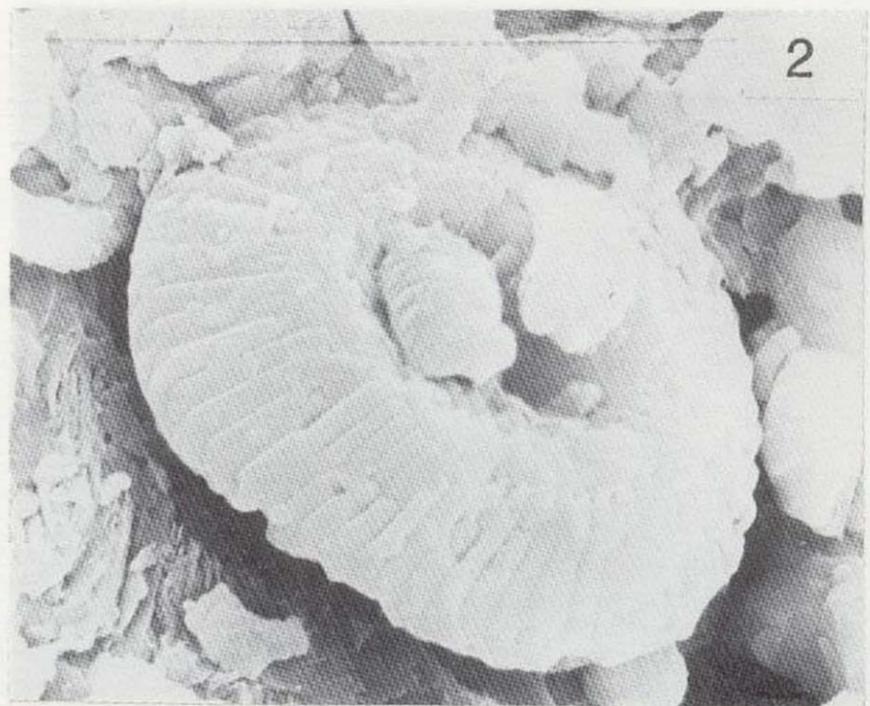
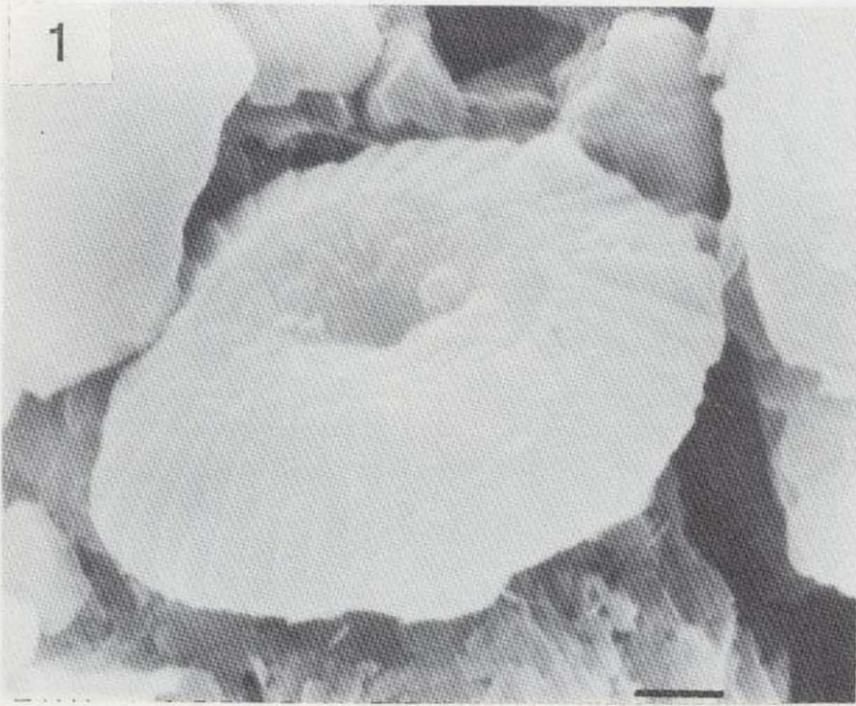
#### BIBLIOGRAFIA

- ADELSECK *et al.*: *Experimental evidence for the selective dissolution and over growth of calcareous nannofossils di ring diagenesis*. Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 84, páginas 2755-2762 (1973).
- AGUIRRE, E., y PERCONIG, E.: *The Andalusian as the terminal Miocene Stage*. VIth Congress Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy, Bratislava, 1975 (1975).
- AMORÓS, J. L., y GARCÍA RUIZ, J. M.: *Agregados cristalinos de morfología inducida*. Investigación y Ciencia (1982).
- AZEMA, J., y col.: *Observaciones sobre la estructura de la Sierra de Carrascoy (provincia de Murcia, España)*. N. y C. IGME, núm. 93, págs. 83-86, Madrid (1967).
- BACKMANN, J.: *Late Miocene-Early Pliocene nannofossil biochronology and biogeography in the Vera Basin, SE Spain*. Acta Universitatis Stockholmiensis, vol. XXXII, 2 (1978).
- BALTOLINI, C.: *Coccoliths from sediments of the western Mediterranean*. Micropaleontology, 16, págs. 129-154, 8 láminas (1970).
- BILAL, U.; HAO and LOHMANN, G.: *Early Cenozoic Calcareous Nannoplankton Biogeography of the Atlantic Ocean*. Marine Micropaleontology, 1, págs. 119-194 (1976).
- BIZON, G., y MONTENANT, CH.: *Le Miocene Terminal dans le levant Espagnol (provs. d'Alicante et de Murcia)*. Rev. Esp. Micropaleontología, núm. extra, págs. 125-129, Madrid (1972).
- BLACK, M.: *The fine Structure of the Mineral parts of Coccolithophoridae*. Extracted from the Proceedings of the Linnean Society of London, 174 session 1961-62, pt. 1 (1963).
- BLACK, M.: *Taxonomic problems in the study of coccoliths*. Paleontology, 11, págs. 793-813, plats. 143-154 (1968).
- BLACK, M.: *The systematic of coccoliths in relation to the paleontological record*. The Micropaleontology of Oceans (B. M. Funell and W. R. Riedel, Eds.), Cambridge, Univ. Press, págs. 611-625 (1971).
- BODENHAUSEN, J. W. A., y SIMON, O. J.: *On the tectonics of the Sierra de Carrascoy (prov. of Murcia, Spain)*. Geol. en Mijnbounw, págs. 251-253 (1965).
- BUKRY, D.: *Discoaster evolutionary trends*. Micropaleontology, 17 (1), págs. 43-53, 3 láms., 1 tabl. (1971).
- BRAMLETTE, M. N. and RIEDEL, W. R.: *Stratigraphic value of Discoasters and some others microfossils related to recent coccolithophores*. Jour. of Paleont., vol. 28, págs. 385-403 (1954).
- BUKRY, D.: *Coccoliths as pelosalinity indicators evidence from Black Sea*. The Black Sea-Geol. Chemistry Mem., número 20, The Amer. Assoc. of Petrol. Geologist, páginas 353-363 (1974).
- BUKRY, D.: *Biostratigraphy of Cenozoic marine sedimentology calcareous nannofossils*. Micropaleontology, 24 (1), págs. 44-60, 13 figs. (1978).
- CARATINI, D.: *Amélioration d'un procédé pour l'observation et la conservation ultérieure de nannofossiles*. Microp., volumen 3, págs. 192-193 (1966).
- CITA, M. B.: *Stratigraphie du Néogene dans les fonds marins de la Méditerranée*. Mém. du BRGM, núm. 78, Congr. de Neog. Méd. Lyon, 1971, págs. 387-397 (1974).
- CLARK, D.: *Improved light microscopy technique for viewing nannofossils*. Micropaleontology, vol. 19, núm. 4, páginas 481-484.
- CLOCHIATTI, M.: *Contribution a l'etude de helicosphaera carteri (WALLICH) KAMPTNER (Coccolithophoridae)*. Revue de Micropaléontologie, núm. 2, Septembre 1969, Faculté des Sciences de Paris (1969).
- DEFLANDRE, G., y FERT, C.: *Observation sur les coccolithophorides actuels et fossiles en cricoscope ordinaire et électronique*. Ann. Paléont., vol. 40, págs. 117-176 (1954).
- DABRIO, C.; MARTÍN, J. M., et MEGÍAS, A. G.: *Signification sédimentarie des évaporites de la depression de Grenade (Espagne)*. Bull. Soc. Geol. France, 1982 (7), t. número 4, págs. 705-710 (1982).
- DEBENEDETTI, A.: *Messinian salt deposits in the Mediterranean: Evaporites or precipitates*. Bull. Soc. Geol., 1, t. 95, páginas 941-950 (1976).
- DEFLANDRE, G.: *Sur les nanofossiles calcaires et leur systématique*. Rev. Microp., vol. 2, págs. 127-152 (1959).
- DEMARO, G. et col.: *Un exemple de tortonien terminal marin: celui de la région de Murcia dans le levant espagnol*. Proceeding third ses. Com. Medit. Neog. Bern, págs. 254-266 (1964).



#### LAMINA I

- Figura 1.—*Coccolithus pelagicus* (WALLICH) SHILLER ( $\times 17.500$ ).  
 Figura 2.—*Coccolithus pelagicus* (WALLICH) SHILLER ( $\times 8.800$ ). Observar su disolución.  
 Figura 3.—*Cyclococcolithus leptoporus* (MURRAY y BLACKMANN) KAMPTNER ( $\times 8.500$ ).  
 Figura 4.—*Helicosphaera sellii* (BURKY y BRAMLETTE) JAFAR y MARTINI ( $\times 15.300$ ).  
 Figura 5.—*Helicosphaera sellii* (BURKY y BRAMLETTE) JAFAR y MARTINI ( $\times 4.700$ ).  
 Figura 6.—*Helicosphaera carteri* (WALLICH) KAMPTNER ( $\times 4.300$ ).



LAMINA I

Figura 1.—*Coccolithus pelagicus* (WALLICH) SHILLER ( $\times 17.500$ ).

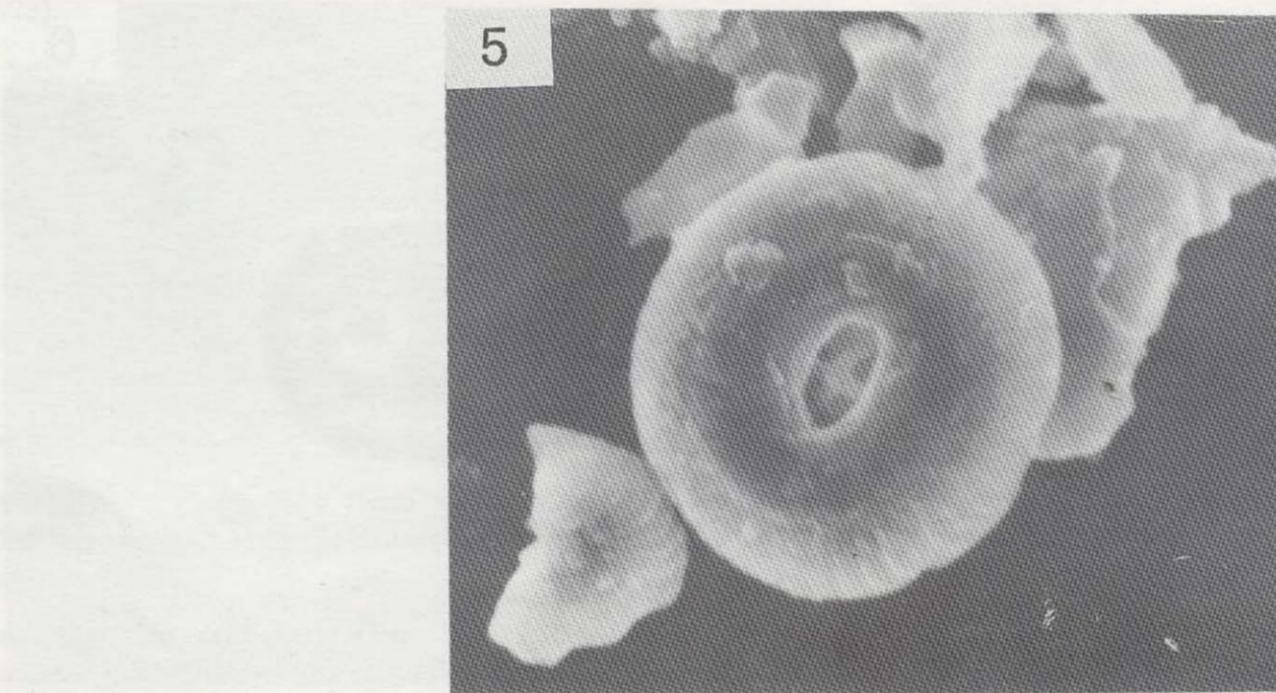
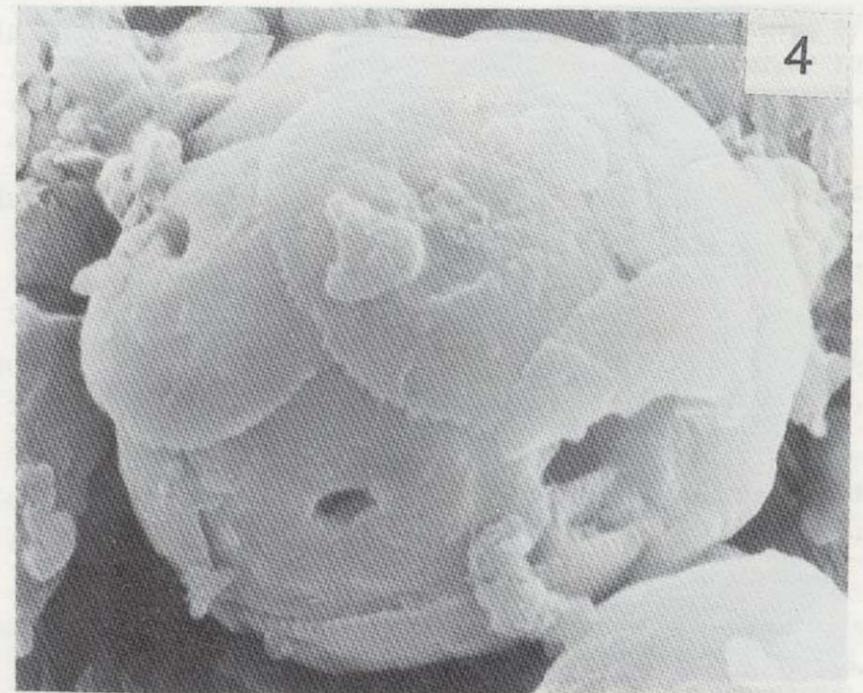
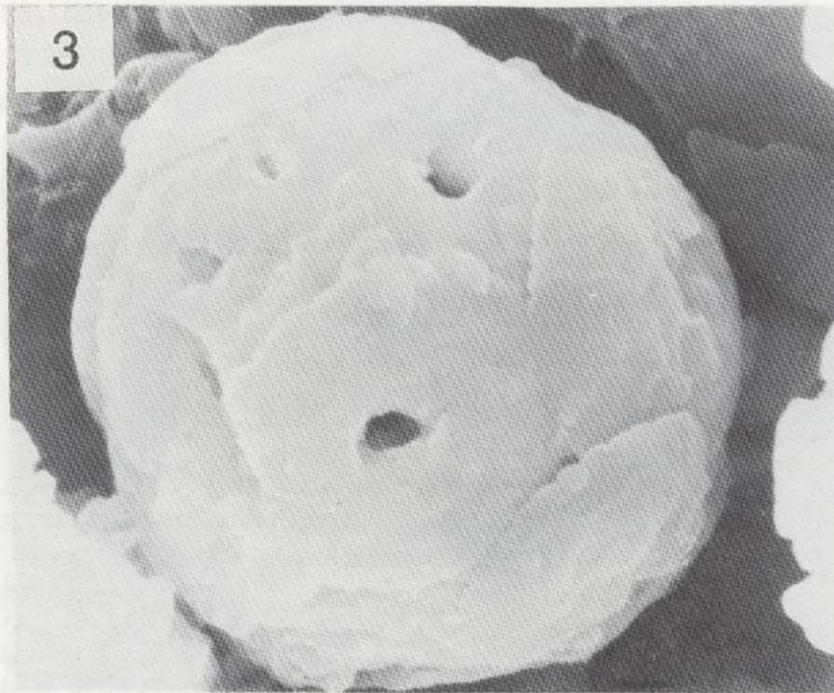
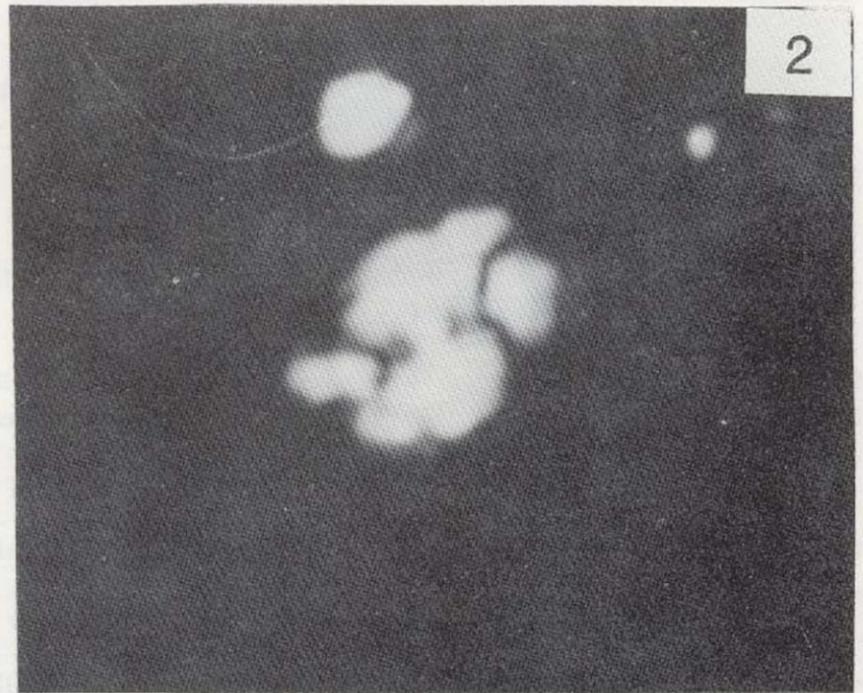
Figura 2.—*Coccolithus pelagicus* (WALLICH) SHILLER ( $\times 8.800$ ). Observar su disolución.

Figura 3.—*Cyclococcolithus leptoporus* (MURRAY y BLACKMANN) KAMPTNER ( $\times 8.500$ ).

Figura 4.—*Helicosphaera sellii* (BURKY y BRAMLETTE) JAFAR y MARTINI ( $\times 15.300$ ).

Figura 5.—*Helicosphaera sellii* (BURKY y BRAMLETTE) JAFAR y MARTINI ( $\times 4.700$ ).

Figura 6.—*Helicosphaera carteri* (WALLICH) KAMPTNER ( $\times 4.300$ ).

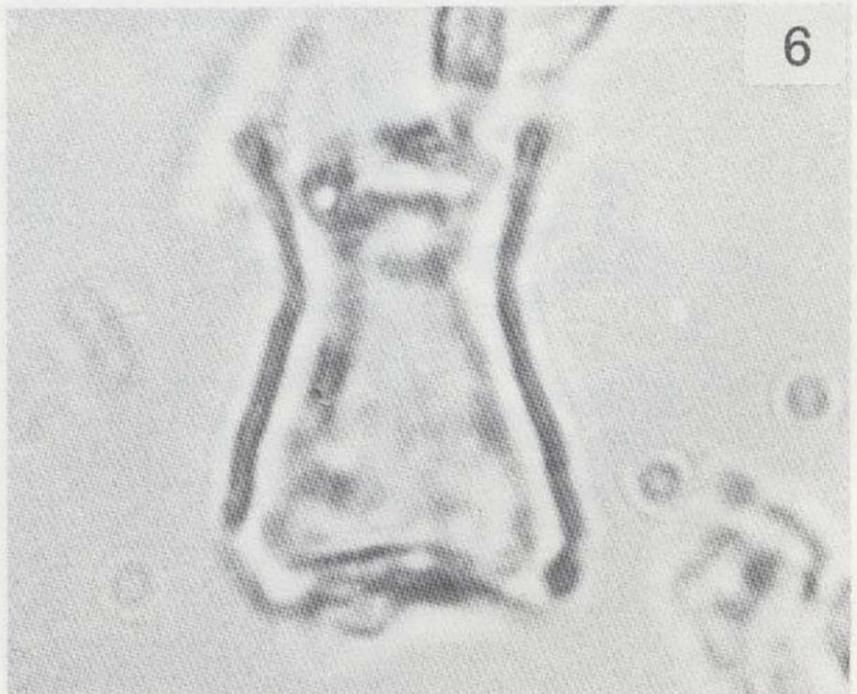
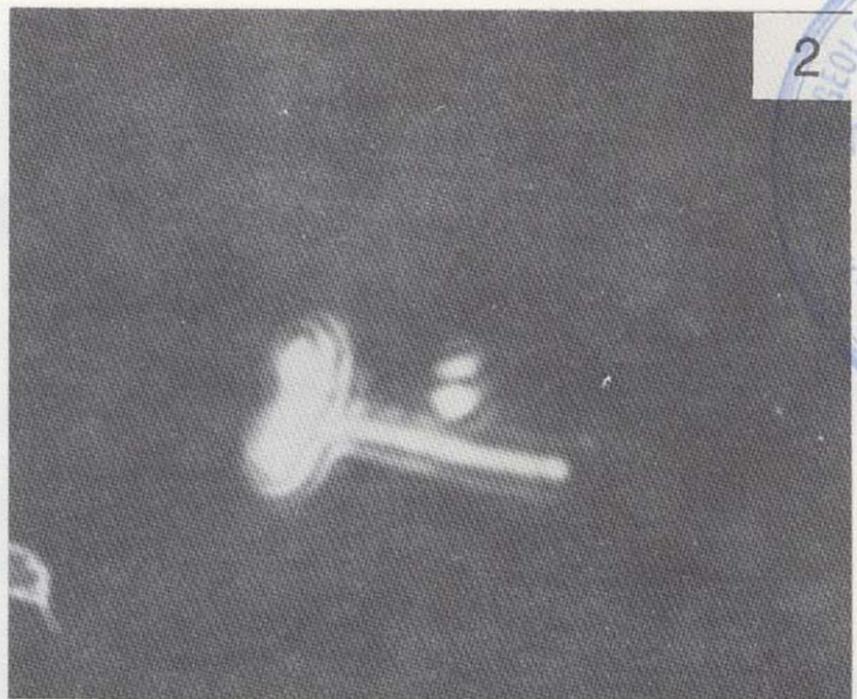


LAMINA II

Figura 1.—*Helicosphaera sellii* BUKRY y BRAMLETTE ( $\times 3.200$ ).  
 Figura 2.—*Helicosphaera sellii* BUKRY y BRAMLETTE entre  
 nícoles cruzados ( $\times 3.200$ ).  
 Figura 3.—Cocosfera de *R. pseudoumbilica* (GARTNER) GART-  
 NER ( $\times 11.500$ ). Observar la adaptabilidad del escudo distal  
 a la esfericidad de la cocosfera.

Figura 4.—Cocosfera de *R. pseudoumbilica* (GARTNER) GART-  
 NER ( $\times 11.500$ ). Observar la imbricación entre escudos.  
 Figura 5.—*Reticulofenestra pseudoumbilica* (GARTNER) GART-  
 NER ( $\times 11.400$ ).

GEOLOGICO Y MUSEO DE  
 ROSAS N.º 23  
 MADRID-3  
 BIBLIOTECA - VIANA



LAMINA III

Figura 1.—*Rabdosphaera clavigera* MURRAY y BLACKMANN ( $\times 2.700$ ).

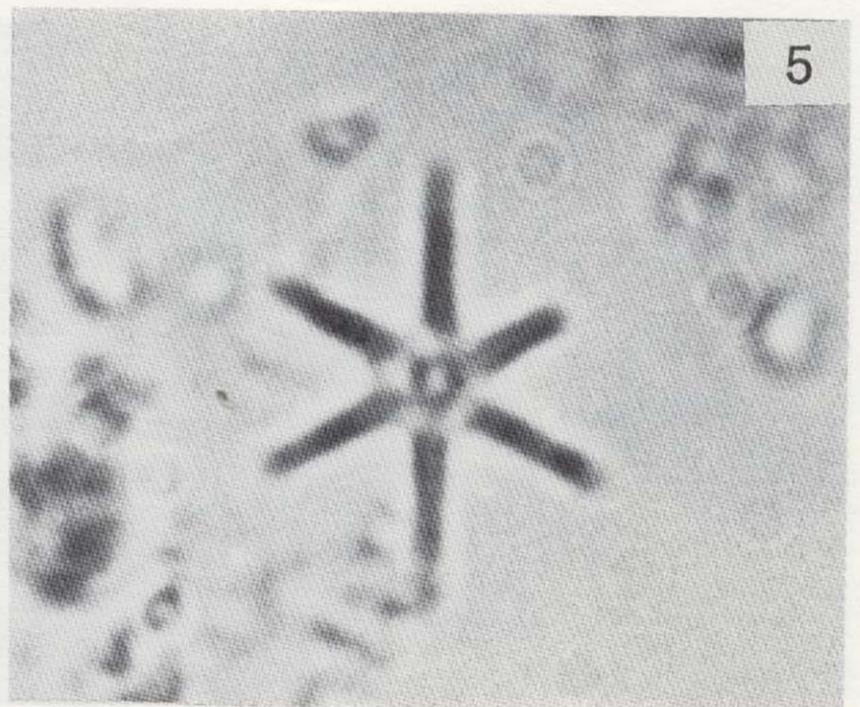
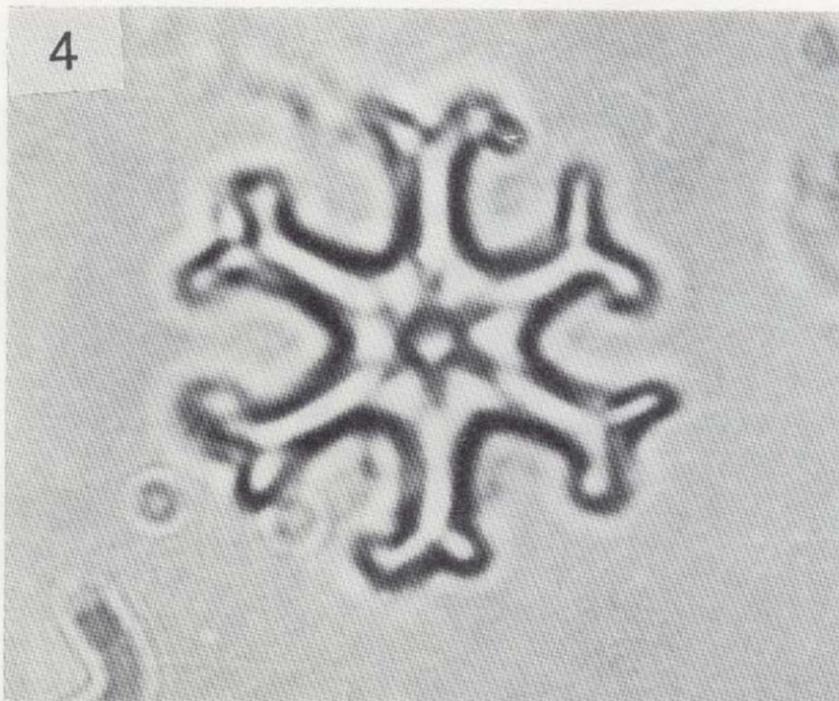
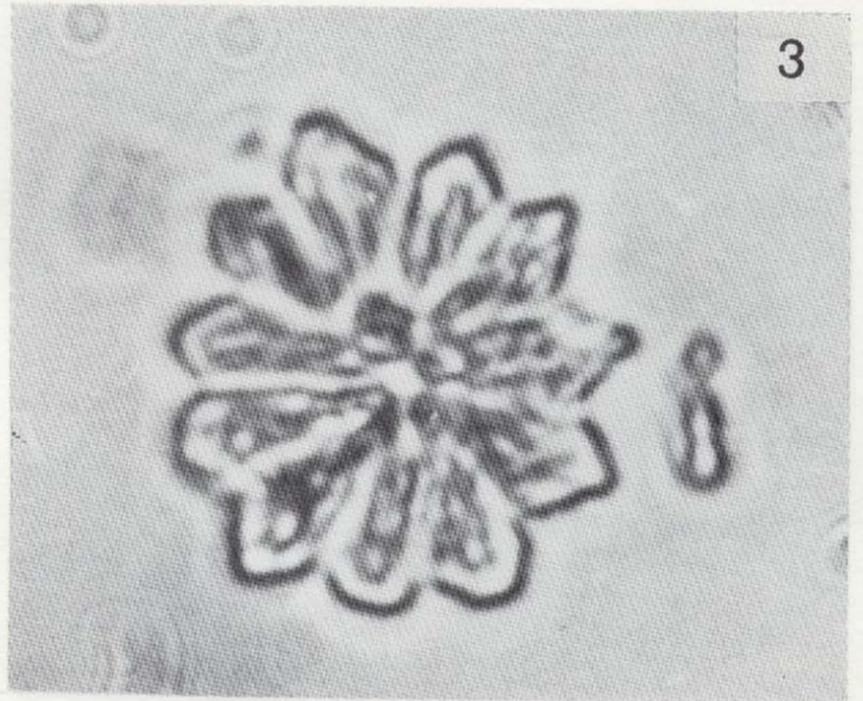
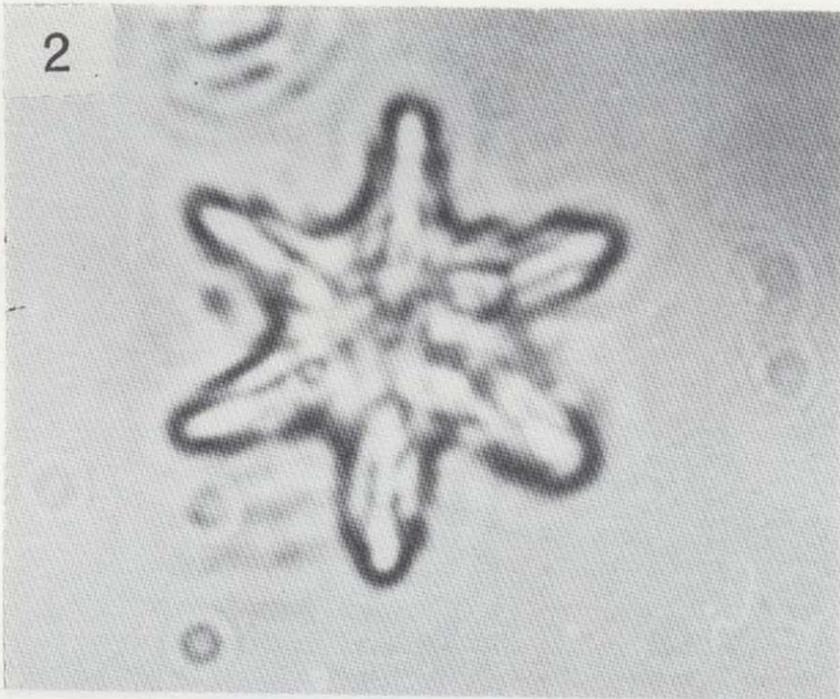
Figura 2.—*Rabdosphaera clavigera* MURRAY y BLACKMANN ( $\times 2.700$ ). Idem. Fig. 1 entre ncos cruzados.

Figura 3.—*Ponthosphaera multipora* (KAMPTNER) BURNS ( $\times 3.800$ ).

Figura 4.—*Ponthosphaera multipora* (KAMPTNER) BURNS ( $\times 3.800$ ). Idem Fig. 3 entre ncos cruzados.

Figura 5.—*Scyphosphaera* sp RADE ( $\times 3.000$ ).

Figura 6.—*Scyphosphaera intermedia* DEFLANDRE ( $\times 3.700$ ).



LAMINA IV

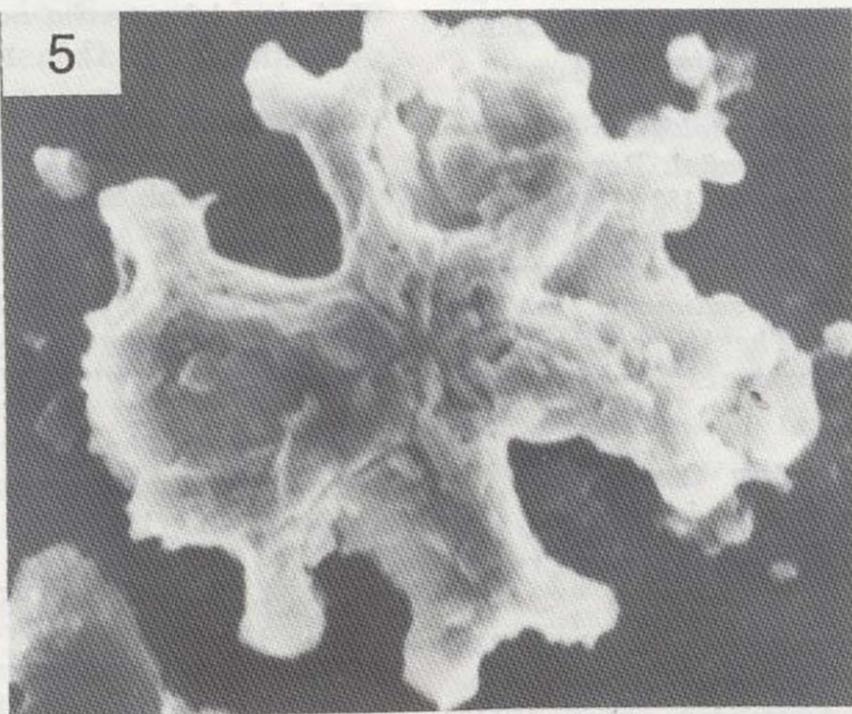
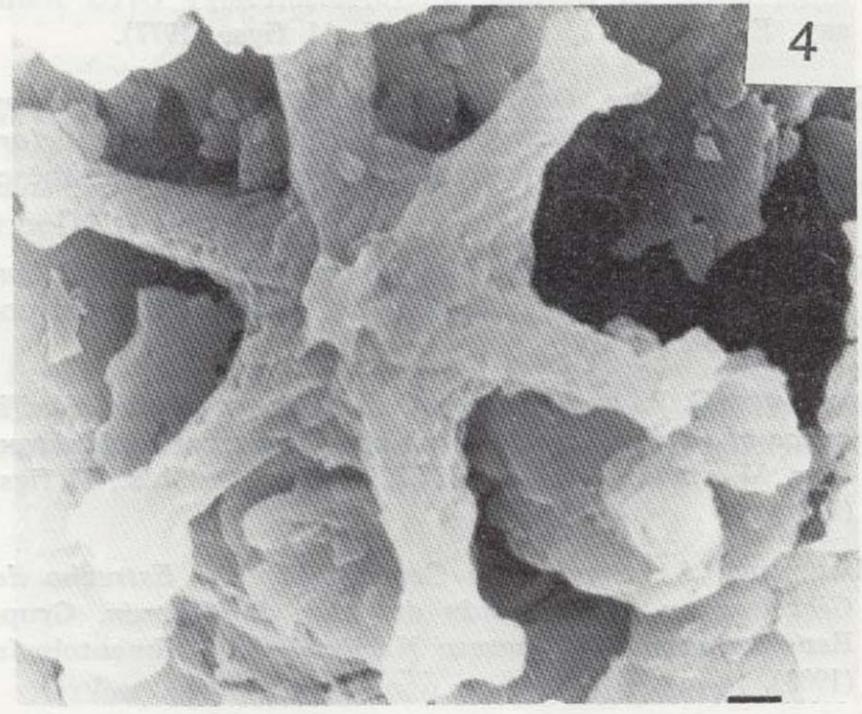
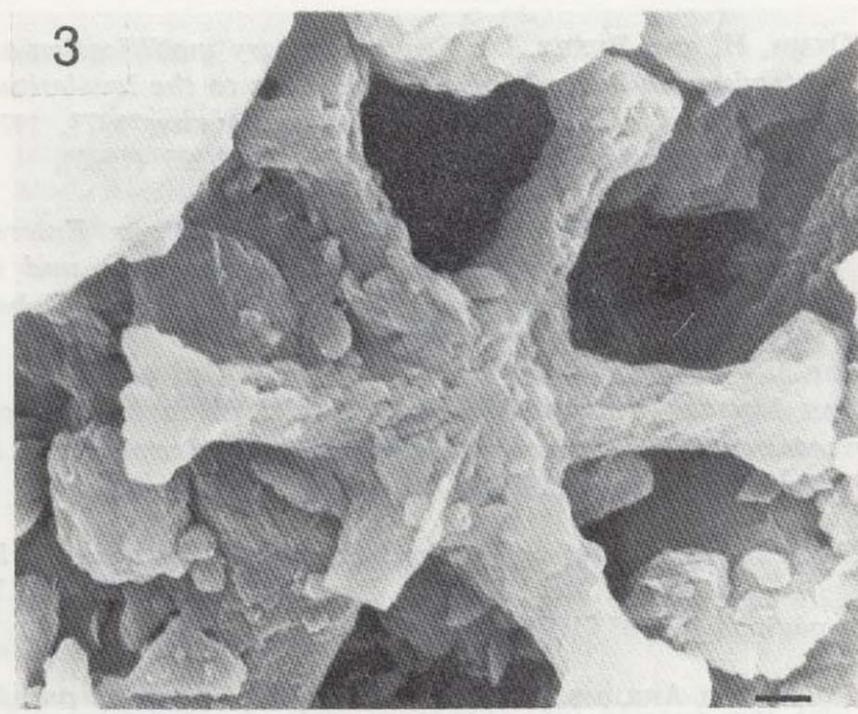
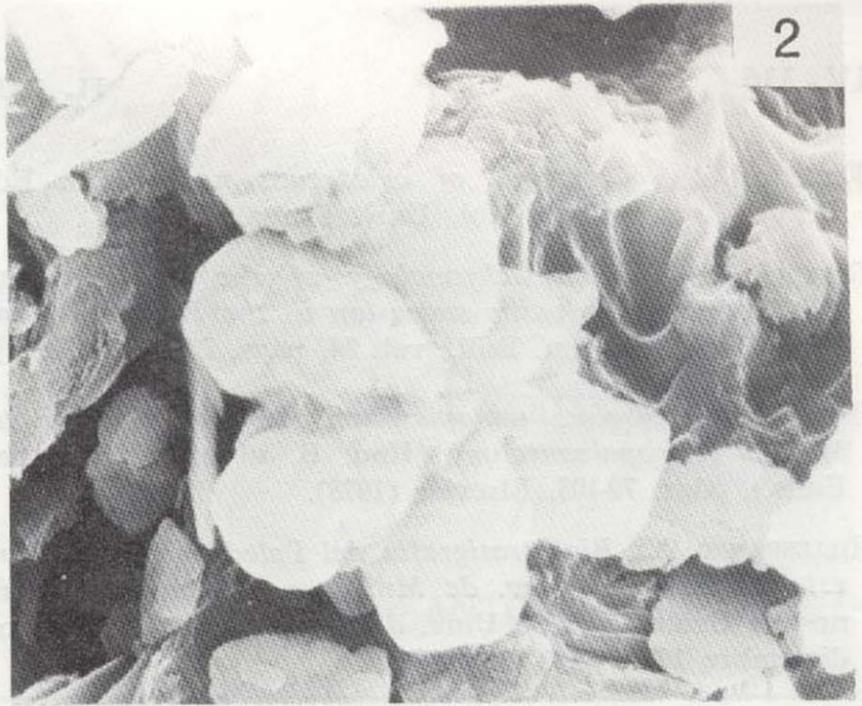
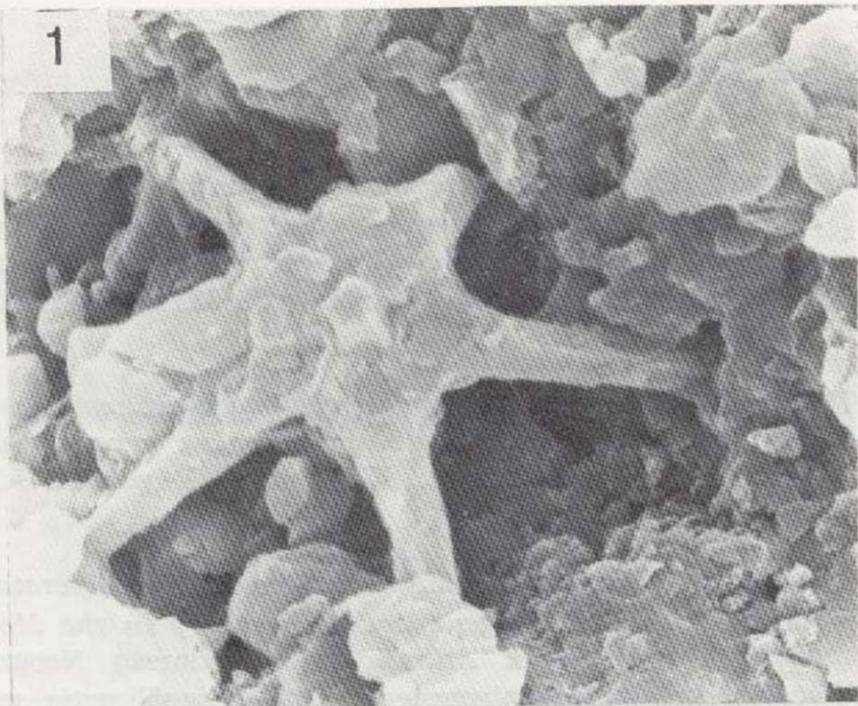
Figura 1.—*Scyphosphaera pulcherrima* DEFLANDRE ( $\times 3.000$ ).

Figura 2.—*Discoaster aulakos* GARTNER ( $\times 3.000$ ).

Figura 3.—*Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK ( $\times 4.600$ ).

Figura 4.—*Discoaster challengeri* BRAMLETTE y RIEDEL ( $\times 2.800$ ).

Figura 5.—*Discoaster exilis* MARTINI y BRAMLETTE ( $\times 3.700$ ).



LAMINA V

Figura 1.—*Discoaster brouweri* TAN SIN HOK ( $\times 9.500$ ).  
 Figura 2.—*Discoaster brouweri* TAN SIN HOK ( $\times 9.800$ ).  
 Ejemplar muy recristalizado.  
 Figura 3.—*Discoaster variabilis* MARTINI y BRAMLETTE  
 ( $\times 13.300$ ).

Figura 4.—*Discoaster variabilis* MARTINI y BRAMLETTE  
 ( $\times 10.800$ ).  
 Figura 5.—*Discoaster challengerii* BRAMLETTE y RIEDEL  
 ( $\times 10.700$ ).

- FARINACCI, A.: *Catalogue of calcareous nanofossils*. Ed. Tenos. Roma. Inst. Geol. Univ. Roma (1969-74).
- GATNER, S.: *Absolute chronology of the late Neogene Calcareous nanofossils succession in the Equatorial Pacific*. Geol. Soc. Am. Bull., vol. 84, págs. 2021-2034 (1973).
- HAQ, B.: *Calcareous nanoplankton*. In *Introduction to Marine Micropaleontology* (Haq, B. ul and Boeresma, Edds.), págs. 79-108, Elsevier (1978).
- HILLEBRANDT, A.: *Bioestratigrafía del Paleógeno en el Sureste de España (prov. de Murcia y Alicante)*. Cuadernos de Geología de la Univ. de Granada, núm. 5, enero-diciembre 1975, pág. 135 (1975).
- HONJO, S.: *Biogeography and provincialism of living coccolithophores*. In *Oceanic Micropaleontology* (ATS Ramsay, Ed.), vol. II, págs. 951-972, 11 figs. (1977).
- KAMPSCHUUR, W.: *Geology of the Sierra de Carrascos (S.E. Spain) With emphasis on alpine polyphase deformation*. G.U.A. Papers. Geol., 1, núm. 4, 144 págs., thèse. Amsterdam (1972).
- KURT, R., y al.: *Coccolith Biogeography from North Atlantic and Pacific Surface Sediments*. Oceanic Micropaleontology, vol. 2 (1977).
- LOHMANN, G. P., and CARLSON, J. J.: *Oceanographic significance of Pacific Late Miocene calcareous nanoplankton*. Mar. Micropal., 6, págs. 553-579, 2 láms., 4 tabs., 17 figs. (1981).
- MALDONADO, A.: *Significado Geotectónico del Estrecho de Gibraltar en la Evolución del Mar de Alborán*. Grup. Esp. Sedimen. X Congreso Nacional de Sedimentología (1983).
- MALDONADO, A., et al.: *El Mediterráneo Occidental Español: Un ensayo de Síntesis*. Grupo Español Sedim. X Congres. Nacional de Sedimentología (1983).
- MARTÍNEZ DÍAZ, D.: *Estudios micropaleontológicos de cuatro cortes del Mioceno de Murcia (España)*. Rev. Esp. de Micropaleont., vol. I, núm. 2, págs. 147-180 (1969).
- MCINTYRE, A., y MCINTYRE, R.: *Coccolith concentration and differential solution in oceanic sediments*. In (Funnel, B. and Riedel, W. R., eds.). *The Micropaleontology of Oceans*, págs. 253-261, Cambridge University Press (1971).
- MEGÍAS, A. G.; LERET, G.; MARTÍNEZ DEL OLMO, W., y SOLER, R.: *La sedimentación neógena en las Béticas: Análisis Tectosedimentario*. Mediterránea Ser. Geol., número 1, págs. 83-103 (1983).
- MONTENAT, CH.: *Le Miocene terminal des Chaines Béti-ques (Espagne méridionale): esquisse paléogéographique*. Konink. Nederl. Akad. Wet. Amsterdam, págs. 180-187 (1973).
- MONTENAT, CH.: *Les formations néogènes et quaternaires du levant espagnol (provinces d'Alicante et de Murcia)*. Thèse. Orsay, 1.170 págs. (1973).
- MONTENAT, CH.: *Continuité ou discontinuité de sédimentation marine Mio-Pliocene en Méditerranée occidentale. L'exemple du Bassin de Vera (Espagne méridionale)*. Revue. Inst. Français du Pétrole, vol. 31, núm. 4, julio-agosto, 1976 (1976).
- MONTENAT, CH.: *Cronologie ta principaux événements de l'histoire paléogéographique du Néogène récent*. Bull. Soc. Geol. France (7), t. XIX, núm. 3, págs. 577-583 (1977).
- MULLER, C.: *Changes of relative surface water temperature throughout the Neogene and Quaternary in the Mediterranean and North Atlantic*. Mediterranean Neogene continental paleoenvironments and paleoclimatic evolution R.C.M.N. I.C., Montpellier, Avril 1983 (1983).
- OKADA, H. and BUKRY, D.: *Supplementary modification and introduction latitude of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation* (BUKRY, 1973, 1975). Marine Micropaleontology, 5, págs. 321-325 (1980).
- PERCH-NIELSEN: *Eine Präparations technik zur Entersuchung von Nannoplankton im Lichtmikroskop und im Elektron mikroskop*. Medd. Dansk. Geol. Foren. Koben. Havn., vol. 17, pág. 130 (1967).
- SAN MIGUEL ARRIBAS, M.: *Estudio del Nanoplancton calcáreo del estrecho nortbético*. Tesis Doctoral. Univ. de Madrid, 2 tomos (1976).
- SAN MIGUEL ARRIBAS, M.: *Contribución al Estudio de los Discoastéridos*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 75, páginas 115-165 (1976).
- SAN MIGUEL ARRIBAS, M.: *El grupo «Reticulofenestra pseudo-umbilica» (GATNER) en el Mioceno Superior y el Plioceno Inferior del estrecho nortbético*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 77 (3-4), págs. 247-263 (1979).
- SHERWOOD, R. W., y LWVIN, H. L.: *Scanning electron and optical microscope procedute for viewing of individual coccoliths*. Tul. St. Geol. Pal., vol. 10, núm. 2, págs. 103-106 (1973).
- SCHNEIDERMAN, N.: *Selective dissolution of Recent coccoliths in the Atlantic Ocean (Abstr.)*. Geol. Soc. Am. Ann. Meeting. Washington (1971).
- SMAYDA, S. T.: *The suspension and sinking of phytoplankton in the sea*. Oceanograf Mar. Biol. Ann. Rev., 8, páginas 353-414 (1970).
- STRADNER, H.: *Catalogue of calcareous nanoplankton from sediments of Neogene age in the easter north Atlantic and Mediterranean sea*. In *Initial reports of DSDP, us Gov. Print. off.* Washington, vol. XIII, páginas 1137-1199 (1972).
- VAN COUVERING, J. A.; BERGGREN, W. A.; DRAKE, R. E.; AGUIRRE, E., y CURTIS, G. H.: *The Terminal Miocene event*. Mar. Micropal., vol. 1, págs. 263-286. (1976).

Recibido: Enero 1983.

## Revisión de la colección de Arqueociatos del Museo del Instituto Geológico y Minero de España.

Por ANTONIO PEREJON (\*)

### RESUMEN

Se revisa la colección de Arqueociatos del Museo del Instituto Geológico y Minero de España, estudiando sistemáticamente cada uno de sus ejemplares. Se describen siete especies, de los géneros *Cordobicyathus*, *Robustocyathus*, *Aldanocyathus*, *Coscinocyathus*, *Dictyocyathus* y *Andalusicyathus*. El material procede del yacimiento del Cerro de las Ermitas, de Córdoba, y su edad es Cámbrico Inferior-Ovetiense Inferior.

### ABSTRACT

The collection of Archaeocyathans of the Museum of Instituto Geológico y Minero de España are revised; studying systematically the specimens. Seven species of the genus, *Cordobicyathus*, *Robustocyathus*, *Aldanocyathus*, *Coscinocyathus*, *Dictyocyathus* and *Andalusicyathus*, are described. The fossils come from Cerro de Las Ermitas de Córdoba outcrop (Lower Cambrian, Lower Ovetian).

### INTRODUCCION

La colección de Arqueociatos del Museo del Instituto Geológico y Minero de España fue organizada por don Primitivo Hernández Sampelayo, fundador del Museo, que realizó la determinación sistemática de los fósiles. Posteriormente don José de la Revilla continuó la labor de catalogación y clasificación de los ejemplares del Museo.

HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1933), la refirió por primera vez, figuró algunos de sus ejemplares y dio la siguiente relación de especies:

Subfamilia ARCHAEOCYATHINEA  
 Género *Archaeocyathus* Billings  
*Archaeocyathus marianus* Roemer  
*Archaeocyathus navarro* Hernández Pacheco  
*Archaeocyathus retesepta* Taylor  
*Archaeocyathus sellicksi* Taylor  
*Archaeocyathus sinuosus* Bornemann  
*Archaeocyathus aduncus* Bornemann

*Archaeocyathus* aff. *profundus* Billings  
*Archaeocyathus nodosa* n. sp. Sampelayo  
 Género *Ethmophyllum* Meek  
 Citado. *Ethmophyllum marianus* Roemer sp. Supuesto. *Ethmophyllum whitneyi* Meek  
 Subfamilia COSCINOCYATHINEA  
 Género *Coscinocyathus* Bornemann  
 Subfamilia DICTYOCYATHINEA  
*Dictyocyathus sampelayanus* Hernández Pacheco

Como el autor no numeró los ejemplares de la Lámina II, hemos considerado necesario numerarlos para poder referirnos a ellos en el estudio sistemático, quedando de la forma siguiente:

Figura 1.—*Archaeocyathus aduncus* Bornemann.  
 Figura 2.—*Archaeocyathus trachealis* Taylor.  
*Dictyocyathus sampelayanus* Hernández Pacheco.  
 Figura 3.—*Archaeocyathus* aff. *profundus* Billings.  
 Figura 4.—*Archaeocyathus sellicksi* Taylor.  
 Figura 5.—*Archaeocyathus infundibulum* Bornemann.  
 Figura 6.—*Archaeocyathus marianum* Barr.

HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1935) volvió a hacer referencia a la colección y figuró las mismas especies, pero con distinto orden, cambiando las fi-

(\*) U.E.I. de Paleontología. Instituto de Geología Económica. C.S.I.C. Facultad de Ciencias Geológicas. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

guras 3 y 4 al lugar de las 5 y 6 y éstas a los lugares 3 y 4.

SIMON, 1939, apoyándose sólo en las fotos publicadas y en función de otros criterios sistemáticos, realiza una crítica de las determinaciones de los fósiles y dice que *retesepta* Taylor, *sellicksi* Taylor, *ajax* Taylor, *sinuosus* Bornemann y *aduncus* Bornemann del Cámbrico Inferior de Australia no es probable que se encuentren en el Cámbrico Superior de España y propone las asignaciones siguientes:

*aduncus* No permite un juicio seguro  
*sellicksi*, *infundibulum*=*cordobae* n. sp.  
*trachealis* y *sampelayanus*, bajo estas denominaciones hay cuatro cálices sin determinar.  
*sampelayanus*=?andalusicus n. sp.  
aff. *profundus*=andalusicus n. sp.  
*marianum* Barr.=*marianum* Roemer 1878  
*marianus* var. *nudosa*=*Archaeocyathus nodosa* n. sp. Sampelayo, no está figurada ni descrita.

La especie *navarroi* no la encontró entre su material de Las Ermitas, y por ello opina, con HERNÁNDEZ PACHECO (1917-1918), que debe ser rara.

MELÉNDEZ (1943), repite la lista de las especies publicadas por HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1933); indica que sólo encontró las tres especies citadas por HERNÁNDEZ PACHECO (1917-1918) y que entre ellas la más abundante era *A. navarroi*.

BADILLO (1959), describe y figura con su número de orden los siguientes ejemplares de la colección:

- 24 - *Dictyocyathus sampelayanus* Hernández Pacheco
- 25 - *Archaeocyathus trachealis* Taylor
- 29 - *Archaeocyathus marianus* Roemer
- 31 - *Archaeocyathus ajax* Taylor
- 32 - *Archaeocyathus infundibulum* Bornemann
- 33 - *Archaeocyathus aduncus* Bornemann
- 34 - *Archaeocyathus (Etmophyllum) profundum* Billings
- 35 - *Archaeocyathus sinuosus* Bornemann
- 36 - *Archaeocyathus sellicksi* Taylor
- 37 - *Archaeocyathus retesepta* Taylor

La colección que se revisa en este trabajo consta de trece ejemplares, que están numerados correlativamente del número 24 al 36, ambos inclusive. El que aparece con el núm. 37 en el trabajo de BADILLO (1959) no se encontraba entre ellos, ni

el figurado por HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1933, lámina II, fig. 6, y 1935, lám. VI, fig. 4) con la denominación *Archaeocyathus marianum* Barr.

#### ESTADO DE CONSERVACION DE LOS FOSILES

Se trata, en general, de ejemplares sueltos desgajados de una roca carbonatada con abundante matriz lutítica o de fragmentos de esta roca con numerosas secciones de cálices. Los fósiles están casi siempre aplastados, deformados y erosionados, faltándoles la muralla externa, aunque a veces, en zonas protegidas, se conserva con todos sus detalles. Las estructuras del esqueleto de los Archaeociatos están generalmente mineralizadas en clorita o recristalizadas, posiblemente por diagénesis, y aparecen en relieve por erosión diferencial.

Todos los ejemplares proceden de niveles biotromales formados por la acumulación de millones de cálices caídos, generalmente paralelos a la estratificación, pero que vivían muy próximos a donde se depositaron y fosilizaron.

Con objeto de mantener la colección en su estado original no se han realizado secciones delgadas de ningún ejemplar, sólo se han pulido las secciones transversales de los números 30, 33 y 35 para poder estudiar con más precisión sus estructuras.

En los fragmentos con varios cálices, hemos numerado cada uno de ellos consecutivamente y añadido este número, entre paréntesis, al número del fragmento.

Debido a las limitaciones expuestas anteriormente, que en conjunto venían impuestas por el tipo de colección, hemos encontrado bastantes dificultades para poder estudiar las características de los ejemplares y obtener las medidas y coeficientes que definen cada una de las especies descritas.

#### INTERES DEL ESTUDIO

Los Archaeociatos son fósiles que sólo se encuentran en el Cámbrico, por ello el hallazgo y estudio de estos fósiles tiene un gran interés paleontológico y estratigráfico.

Desde el punto de vista histórico, la colección

de Archaeociatos del Museo del Instituto Geológico y Minero de España es la segunda en antigüedad entre las colecciones españolas de estos fósiles, después de la del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, pero sin lugar a duda es la más valiosa, pues ha conservado todos sus ejemplares siglados, y las pérdidas son poco significativas.

El interés paleontológico es notorio, ya que después de los numerosos estudios realizados sobre los Archaeociatos del Cerro de Las Ermitas de Córdoba, podemos actualizar las determinaciones sistemáticas realizadas por su autor, con lo que la colección cobra una importantísima actualidad.

Los Archaeociatos en el yacimiento de Las Ermitas de Córdoba están asociados con las Algas *Epyphyton* y *Renalcis*; también con Hyolitidos, Problemática, Espículas y abundantes Chancelloriida de varios tipos. PEREJÓN (1975a), ZAMARREÑO & DEBRENNE (1977) y LIÑÁN (1978), pero nosotros sólo hemos observado secciones de Chancelloriida en la sección pulida del ejemplar número 35.

#### SISTEMATICA

Términos generalmente utilizados en la determinación sistemática de los Archaeociatos, que fueron definidos por el 3.º Coloquio sobre los Archaeociatos celebrado en Moscú en 1975.

Coefficientes específicos:

- D* - Diámetro del cáliz
- H* - Altura
- Int* - Intervalo. Distancia entre las murallas
- N* - Número de septos
- ds* - Distancia entre dos septos adyacentes
- dt* - Distancia entre dos tabulas adyacentes
- IK* - Coeficiente intervalar=Intervalo/diámetro del cáliz
- RK* - Coeficiente radial=Número de elementos radiales/diámetro del cáliz
- IC* - Cámara interseptal. Relación intersepto/intervalo, haciendo el intersepto de la muralla interna igual a la unidad.

Porosidad de los elementos:

- $\emptyset$  - Diámetro de los poros
- n* - Número de poros
- l* - Distancia entre los poros
- e* - Espesor de los elementos esqueléticos

PHYLLUM ARCHAEOCYATHA BORNEMANN 1884

Clase: REGULARES VOLOGDIN 1937  
Orden: AJACICYATHIDA R. BEDFORD & J. BEDFORD 1939

Suborden: Dokidocyathina VOLOGDIN 1957  
Familia: Cordobicyathidae PEREJON 1975  
Género: *Cordobicyathus* PEREJON 1975

*Cordobicyathus deserti* PEREJON 1975  
Lám. I, figs. 2(3), y 6

1975a. *Cordobicyathus deserti* PEREJON, pág. 22, lám. 1, figs. 1-9. Cuadro 4.

1975b. *Cordobicyathus deserti* PEREJON. Perejón, pág. 137, lám. 3, figs. 1-9. Cuadro 4.

Holotipo: CE3/74-2 Las Ermitas, Córdoba, Cámbrico Inferior bajo.

Material: Ejemplar núm. 25(3), Sierra de Córdoba.

Descripción: Sección transversal erosionada de un cáliz que tiene la muralla externa con poros simples redondos o poligonales alineados en filas longitudinales paralelas. Muralla interna formada por anillos en forma de S dirigidos hacia la parte superior del cáliz. El intervalo está ocupado por barras radiales de sección circular que se desarrollan a partir de una u otra muralla, y que, por lo general, no alcanzan la muralla opuesta.

Dimensiones en milímetros: *D* 6,70. *Int* 0,875. *IK* 0,13. Muralla externa:  $\emptyset$  0,10. *l* 0,05. *e* 0,05. Muralla interna: Anillos *e* 0,05. Barras: *e* 0,05.

Discusión: La sección transversal estudiada se corresponde con las de los ejemplares de igual diámetro y se encuentra en el mismo yacimiento donde se describió el holotipo de la especie.

Distribución: ESPAÑA, Córdoba, Cerro de Las Ermitas y Cortijo Pay Jiménez. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Suborden: Ajacicyathina R. BEDFORD & J. BEDFORD 1938

Familia: Robustocyathidae DEBRENNE 1964  
Género: *Robustocyathus* ZHURAVLEVA 1960

*Robustocyathus navarroi* HERNANDEZ PACHECO 1917  
Lám. I, figs. 7-9

1917. *Archaeocyathus navarroi* HERN. PACH., p. 82

- 1918. *Archaeocyathus navarroi* HERN. PACH. Hernández Pacheco, p. 691
- 1933. *Archaeocyathus navarroi* HERN. PACH. Hernández Sampelayo, p. 158, 159
- 1935. *Archaeocyathus navarroi* HERN. PACH. Hernández Sampelayo, p. 476
- 1939. *Archaeocyathellus (Protocyathus) navarroi* (HERN. PACH.). Simon, p. 75
- Non 1943. *Archaeocyathus navarroi* HERN. PACH. Meléndez, p. 152, lám. 29, figs. 1, 2, lám. 30, fig. 3
- 1960. *Robustocyathus navarroi* (HERN. PACH.). Zhuravleva, p. 134
- 1975c. *Robustocyathus robustus* (VOLOGDIN). Perejón, p. 158, lám. 4, figs. 1-3

Holotipo: No designado. Cerro de Las Ermitas, Córdoba. Cámbrico, Georgiense Superior o Aca-diense Inferior.

Material: Ejemplar núm. 26. Sierra de Córdoba.

Diagnosis original: «Está caracterizada esta especie por su forma cónico-alargada, de cuatro a ocho centímetros de longitud, juzgando por los ejemplares que poseemos, diámetro variable de uno a tres centímetros en la parte más ancha; tabiques radiales gruesos hasta un milímetro, que se adelgazan del interior hacia el exterior; muralla externa perforada por poros finos, en contacto entre sí, de un tercio de milímetro de diámetro aproximadamente, y muralla interna perforada por poros gruesos redondos, de un milímetro de diámetro y correspondiendo una fila vertical de poros, en contacto unos con otros, a cada espacio interseptal.»

Discusión: Al no presentar ninguna figura, ni siglar los ejemplares depositados en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid, no podemos estudiar el holotipo, pero analizando algunos ejemplares del Museo de Ciencias Naturales, que podrían corresponder a esa descripción, y otros de nuestra colección y recogidos en el «locus typicus» de la especie, tenemos que suponer que el autor al estudiar los ejemplares sólo exteriormente y en superficies erosionadas, interpretó erróneamente los rellenos de los interseptos, «que se adelgazan del interior al exterior», por los septos que, por el contrario, se engrosan hacia el exterior. Las demás características serían las mismas descritas por el autor.

Diagnosis propuesta: Cálices de forma cónico-alargada con muralla externa perforada por poros finos y muralla interna engrosada con un sólo poro por intersepto. Intervalo con septos porosos, los septos se engrosan por láminas paralelas hacia la muralla externa.

Descripción: Fragmento de un ejemplar cilíndrico o cilindro-cónico de 30 mm. de longitud. Presenta sección transversal elíptica con un diámetro entre 16 y 26 mm. La muralla externa ha sido erosionada y no se puede estudiar. La muralla interna porosa está engrosada. El intervalo está ocupado por septos porosos que se engrosan por láminas paralelas hacia la muralla externa.

Al faltar la muralla externa, se observan directamente los septos engrosados por el exterior del ejemplar. También presenta una sección longitudinal erosionada.

Dimensiones en milímetros:  $D$  16 a 26,  $H > 30$ ,  $Int$  3-5,  $IK$  0,19. Muralla interna:  $n$  1,  $\emptyset$  0,90,  $l$  0,38,  $e$  0,38-0,50. Septos:  $n$  2-4,  $\emptyset$  0,65,  $l$  0,20,  $e$  0,10-0,15 hasta 1,00 mm.

Distribución: ESPAÑA, Córdoba, Las Ermitas, Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Superfamilia: Ajacicyathina R. BEDFORD & J. BEDFORD 1939

Familia: Ajacicyathidae R. BEDFORD & J. BEDFORD 1939

Género: *Aldanocyathus* VORONIN 1971

*Aldanocyathus anabarensis* (VOLOGDIN 1937) Lám. I, figs. 2(1), 3, 10-12. Lám. II, figs. 2, 10. Cuadro 1.

1933. *Archaeocyathus trachealis* TAYLOR. Hernández Sampelayo, lám. 2, fig. 2

1933. *Archaeocyathus infundibulum* BORNE-MANN. Hernández Sampelayo, lám. 2, fig. 5

1935. *Archaeocyathus trachealis* TAYLOR. Hernández Sampelayo, lám. 6, fig. 2

1935. *Archaeocyathus infundibulum* BORNE-MANN. Hernández Sampelayo, lám. 6, fig. 3

1937. *Archaeocyathus anabarensis* VOLOGDIN. Vologdin, p. 22, lám. 4, figs. 1, 4c, 5a; lám. 5, fig. 4a

1959. *Archaeocyathus trachealis* TAYLOR. Badillo, p. 79, lám. 5

1959. *Archaeocyathus infundibulum* BORNE-MANN. Badillo, p. 82, lám. 8.

1960. *Ajacicyathus anabarensis* (VOLOGDIN).

- Zhuravleva, p. 122, lám. 1, fig. 2; lám. 6, figs. 7-9. Figs. 82-83.
- 1968. *Ajacicyathus anabarensis* (VOLOGDIN). Datzenko et al., p. 133, lám. 2, figs. 1-2
- 1971. *Aldanocyathus anabarensis* (VOLOGDIN). Debrenne et al., p. 30
- 1972. *Ajacicyathus anabarensis* (VOLOGDIN). Korshunov, p. 57, lám. 5, fig. 6
- 1973. *Aldanocyathus anabarensis* (VOLOGDIN). Perejón, p. 182, lám. 1, figs. 1-2
- 1975c. *Aldanocyathus anabarensis* (VOLOGDIN). Perejón, p. 149, lám. 2, figs. 1-12
- 1976. *Aldanocyathus anabarensis* (VOLOGDIN). Zhuravleva et al., p. 43, lám. 2, figs. 3-4

Holotipo: Lám. 3, fig. 4a, pulido 13 en VOLOGDIN 1937, URSS, río Anabar, Cámbrico Inferior, horizonte Keniada.

Material: Ejemplares núms. 25(1); 27(1); 28(2); 28(3); 32(1) y 32(2). Sierra de Córdoba.

Descripción: Cálices generalmente incompletos y erosionados, de forma cónica o cilindro-cónica. Las murallas y los septos tienen poros simples. Los

diámetros varían desde 6,6 a 15 mm. y los fragmentos alcanzan siempre más de 10 mm. de largo. La muralla externa tiene entre 3 y 8 poros por intersepto y la muralla interna sólo 2-3 poros. El intervalo está ocupado por septos radiales con 6-8 poros. El conjunto de las dimensiones en milímetros y los coeficientes de los ejemplares se recogen en el cuadro 1.

Los caracteres directamente observables en cada uno de los ejemplares son:

Núm. 25(1). Sección transversal erosionada. Presenta las dos murallas y los septos con su porosidad característica.

Núm. 27(1). Fragmento de un cáliz cilindrocónico con una sección transversal erosionada donde se observan las dos murallas. Al estar erosionada la muralla externa se ven los septos, en zonas muy localizadas se ha conservado la porosidad de las dos murallas.

Núm. 28(2). Fragmento de cáliz cilindrocónico. En

CUADRO 1

«*Aldanocyathus anabarensis*» (VOL. 1937). Dimensiones en milímetros y coeficientes de los distintos ejemplares.

	32-1	28-3	28-2	32-2	25-1	27-1
$D$ ... ..	6,6	8	9,25	10,6	13	15
$H$ ... ..	18	13	—	—	—	—
$Int$ ... ..	1,20	1,50	1,50	2	2,40	2,50
$ds$ ... ..	0,43	0,50	0,25-0,50	0,40	0,65	0,88
$N$ ... ..	—	—	45	—	50	—
$IK$ ... ..	0,18	0,19	0,16	0,21	0,18	0,16
$IC$ ... ..	1:2,7	1:3	1:3-1:6	1:5	1:3-1:4	1:3
$RK$ ... ..	—	—	4,8	—	3,84	—
$ME$ ... ..	—	—	—	—	—	—
$n$ ... ..	6-8	6-8	4-6	6-8	3-5	8
$\emptyset$ ... ..	0,085	0,099	0,100	0,132	0,075	0,165-0,132
$l$ ... ..	0,032	0,020	0,05-0,020	0,033	0,025	0,033-0,066
$e$ ... ..	0,066	0,066	0,05-0,020	0,066	0,050	0,099-0,125
$MI$ ... ..	—	—	—	—	—	—
$n$ ... ..	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3
$\emptyset$ ... ..	0,132	0,132	0,15	0,132	0,10-0,15	0,45-0,35
$l$ ... ..	0,033	0,033	0,05-0,10	0,032	0,05	0,10-0,60
$e$ ... ..	0,033	0,050	0,050	0,066	0,025-0,05	0,050
$SEP$ ... ..	—	—	—	—	—	—
$n$ ... ..	6-8	6-8	>6	6-8	6-8	6-8
$\emptyset$ ... ..	0,132	0,132	0,150	0,198	0,150	0,200
$l$ ... ..	0,033	0,033	0,05-0,100	0,066	0,075-0,10	0,150
$e$ ... ..	0,033	0,050	0,050	0,066	0,075	—

sección transversal oblicua se ven las murallas y al faltar la muralla externa quedan al descubierto los septos.

- Núm. 28(3). Fragmento de cáliz cilíndrico. Presenta sección transversal y longitudinal erosionada en las que se observan las murallas y los septos.
- Núm. 32(1). Sección longitudinal erosionada e incompleta. Presenta la estructura de ambas murallas y de los septos.
- Núm. 32(2). Sección transversal oblicua erosionada, con la muralla externa ligeramente ondulada, también se distinguen con claridad la muralla interna y los septos.

Dimensiones en milímetros: Cuadro 1.

Discusión: Las características de los ejemplares, así como sus dimensiones y coeficientes, están dentro de los límites de variabilidad de la especie *anabarensis*.

Distribución: URSS, Cámbrico Inferior, horizontes Keniada y Atdaban. ESPAÑA, Córdoba: Las Ermitas, Arroyo Pedroche y Pay Jiménez. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior. Badajoz: Alconera y Casa de Pilas, Cámbrico Inferior, Marianiense Inferior.

*Aldanocyathus pedrochei* PEREJON 1975  
Lám. III, figs. 7-9

1933. *Archaeocyathus sinuosus* BORNEMANN. Hernández Sampelayo, p. 158-160
1935. *Archaeocyathus sinuosus* BORNEMANN. Hernández Sampelayo, p. 476-480
1959. *Archaeocyathus sinuosus* BORNEMANN. Badillo, p. 85, lám. 11
- 1975a. *Aldanocyathus pedrochei* PEREJON. Perejón, p. 23, lám. 2, figs. 1-9, cuadro 1
- 1975c. *Aldanocyathus pedrochei* PEREJON. Perejón, p. 151, lám. 3, figs. 7-9, cuadro 2

Holotipo: AP3(3)/4.1. Arroyo de Pedroche, Córdoba. Cámbrico Inferior bajo.

Material: Ejemplar núm. 35. Sierra de Córdoba.

Descripción: Fragmento de un cáliz de gran tamaño que se abre rápidamente alcanzando gran diámetro. La sección erosionada pone de manifiesto la porosidad de las murallas y de los septos. La muralla externa presenta ondulaciones de gran radio, y está atravesada por tubitos cuyo diámetro es igual al espesor de la muralla.

Dimensiones en milímetros: *D* 18-26, *Int* 3,50, *ds* 1-1,25, *IK* 0,19-0,13, *IC* 1:3,5 a 1:2,8, *RK* 1,19-1,72. Muralla externa: *n* 6-8 tubitos,  $\varnothing$  0,20, *l* 0,05, *e* 0,20. Muralla interna: *n* 3-4-6,  $\varnothing$  0,20, *l* 0,05, *e* 0,10. Septos: *n* 7,  $\varnothing$  0,20, *l* 0,10-0,05, *e* 0,07.

Discusión: Todas las características y dimensiones del ejemplar lo hacen similar a la especie *pedrochei*.

Distribución: ESPAÑA, Córdoba, Las Ermitas y Arroyo de Pedroche, Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

*Aldanocyathus valdegrajensis* PEREJON 1975  
Lám. II, figs. 5-7 y 12

1933. *Archaeocyathus marianus* var. *nodosa* HERNANDEZ SAMPELAYO, pp. 158-160
1933. *Archaeocyathus nodosa* HERN. SAMP. Hernández Sampelayo, pp. 158-160
1935. *Archaeocyathus marianus* var. *nodosa* HERN. SAMP. Hernández Sampelayo, pp. 479-480
1935. *Archaeocyathus nodosa* HERN. SAMP. Hernández Sampelayo, pp. 479-480
1939. *Archaeocyathus nodosa* HERN. SAMP. Simon, p. 81
- 1975a. *Aldanocyathus valdegrajensis* PEREJON. Perejón, p. 24, lám. 3, figs. 1-9, cuadro 6
- 1975c. *Aldanocyathus valdegrajensis* PEREJON. Perejón, p. 155-156, lám. 3, figs. 1-3, cuadro 3

Holotipo: CE-175. Las Ermitas, Córdoba. Cámbrico Inferior bajo.

Material: Ejemplares núms. 30 y 32(3). Sierra de Córdoba.

Descripción: Disponemos de una sección transversal erosionada, núm. 32(3), en la que se observan en relieve las murallas y los septos porosos. El otro ejemplar, núm. 30, es un fragmento erosionado al que le falta el extremo apical y presenta externamente una constricción transversal de 7 mm. de ancho, pero que no sabemos si afecta también a la muralla interna. La muralla externa tiene numerosos poros por intersepto, la muralla interna presenta sólo tres poros por intersepto. El intervalo contiene numerosos septos muy porosos.

Dimensiones en milímetros:

Ejemplar núm. 30: *D* 24-19-13,2, *Int* 3-2,2, *ds* 1-1,2-0,6, *N* 40, *IK* 0,12-0,16, *IC* 1:2,5 a 1:3,6, *RK* 3. Muralla externa: *n* 6-8,  $\varnothing$  0,132, *l* 0,033-0,132, *e* 0,198. Muralla interna: *n* 3,  $\varnothing$  0,198, *l* 0,050-0,033, *e* 0,066. Septos: *n* 6-8,  $\varnothing$  0,198, *l* 0,050-0,033.

Ejemplar núm. 32(3): *D* 6,3, *Int* 1,2, *ds* 0,30-0,60, *N* 0,25, *IK* 0,19, *IC* 1:4-1:2, *RK* 3,96. Muralla externa: *n* 6-8,  $\varnothing$  0,099, *l* 0,033, *e* 0,132. Muralla interna: *n* 2-3,  $\varnothing$  0,132, *l* 0,033, *e* 0,032. Septos: *n* 6-8,  $\varnothing$  0,132, *l* 0,033, *e* 0,033.

Discusión: HERNÁNDEZ SAMPELAYO (1933, 1935) menciona en el texto indistintamente a *A. marianus* var. *nodosa* y *A. nodosa* para referirse al mismo ejemplar que, además, no figura. SIMON (1939) a partir de la descripción se inclina por mantenerlo como *A. nodosa*. El autor describió el ejemplar como muy próximo a *marianus*, del que se diferencia por la constricción transversal del cáliz; esta característica es la que lo induce a separarlo como una variedad de *marianus* o como una nueva especie.

De la descripción anteriormente expuesta se deduce que por las características de sus murallas e intervalo el ejemplar se incluye en el género *Aldanocyathus* y por la presencia de tubitos en la muralla externa y por sus dimensiones y coeficientes en la especie *valdegrajensis*, que ha sido definida en el mismo yacimiento.

Por el momento consideramos que la presencia de una construcción transversal del cáliz podría ser un fenómeno de adaptación ecológica y no tenemos criterios suficientes para considerarla como una variedad de *valdegrajensis*, aunque si en el futuro encontráramos más ejemplares con esta característica en la localidad tipo de la especie, volveríamos a reconsiderar esta cuestión.

Distribución: ESPAÑA, Córdoba, Las Ermitas y Arroyo de Pedroche. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior. Córdoba, Hornachuelos y Badajoz, Casa de Pilas, Cámbrico Inferior, Marianiense Inferior.

*Aldanocyathus* sp. I  
Lám. III, figs. 10, 11

1933. *Archaeocyathus sellicksi* TAYLOR. Hernández Sampelayo, pp. 158-160
1935. *Archaeocyathus sellicksi* TAYLOR. Hernández Sampelayo, pp. 479-480
1959. *Archaeocyathus sellicksi* TAYLOR. Badillo, p. 86, lám. 12

Material: Ejemplar núm. 36. Sierra de Córdoba.

Descripción: Sección transversal de un cáliz de pequeño diámetro, en la que se distinguen las dos murallas porosas y el intervalo con septos también porosos. Entre los septos hay uno que se bifurca.

Dimensiones en milímetros: *D* 4,10, *Int* 1,25, *ds* 0,30-0,60, *N* 12, *IK* 0,30, *IC* 1:4,1 a 1:2, *RK*  $\approx$  3. Muralla externa: *n* 2-3,  $\varnothing$  0,15-0,20, *l* 0,05, *e* 0,05. Muralla interna: *n* 2-3,  $\varnothing$  0,15, *l* 0,10, *e* 0,05. Septos: *n* > 4,  $\varnothing$  0,20, *l* 0,10, *e* 0,05.

Discusión: Por su tamaño y por sus características no tenemos criterios para asignar esta sección a ninguna especie determinada dentro del género *Aldanocyathus*.

Distribución: ESPAÑA, Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Suborden: Coscinocyathina ZHURAVLEVA 1955

Superfamilia: Coscinocyathacea TAYLOR 1910

Familia: Coscinocyathidae TAYLOR 1910

Género: *Coscinocyathus* BORNEMANN 1884

*Coscinocyathus arquatus* VOLOGDIN 1940  
Lám. III, figs. 1-3

1933. *Archaeocyathus aduncus* BORNEMANN. Hernández Sampelayo, pp. 158-160, lám. 2, fig. 1
1935. *Archaeocyathus aduncus* BORNEMANN. Hernández Sampelayo, pp. 476-480, lám. 6, fig. 1
1940. *Coscinocyathus arquatus* VOLOGDIN, p. 88, lám. 26, fig. 5
1959. *Archaeocyathus aduncus* BORNEMANN. Badillo, p. 83, lám. 9

Holotipo: No designado.

Material: Ejemplar núm. 33. Sierra de Córdoba.

Descripción: Ejemplar de forma cónica curvada y de pequeño tamaño con el extremo apical erosionado. Exteriormente se observan las trazas de los septos y las tábulas porosas cuando falta la muralla externa. En zonas protegidas de la erosión se conserva la muralla externa formada por pequeños poros de forma hexagonal o redondeada. La muralla interna se observa en la sección transversal pulida. Las tábulas son planas o ligeramente curvadas, exteriormente se distinguen ocho tábu-

las con la siguiente cadencia de separación en milímetros: Apex-1-2-2-2,50-1,75-2-2-1,50.

Dimensiones en milímetros: *D* 5,25-7,06, *H* 21, *Int* 1,06, *ds* 0,264, *dt* 1-2,5, *N* 42, *IK* 0,20-0,15, *IC* 1:4, *RK* 8-6. Muralla externa: *n* 4-6,  $\varnothing$  0,050, *l* 0,025, *e* 0,025. Muralla interna: *n* 2,  $\varnothing$  0,100, *l* 0,030, *e* 0,060. Septos: *n* 6-8,  $\varnothing$  0,066, *l* 0,020, *e* 0,030. Tábulas *n* 2-3 intersepto,  $\varnothing$  0,10, *l* 0,025, *e* 0,030.

Discusión: La diagnosis original de *arquatus* aporta pocos datos respecto a sus medidas y coeficientes. Del análisis del ejemplar figurado por su autor se deducen otras características y coeficientes aproximados, con los que hemos ampliado el conjunto de datos que definen la especie.

Nuestro ejemplar presenta los caracteres generales, las dimensiones y los coeficientes similares a los de la diagnosis original de *arquatus*, por lo que lo asignamos a esta especie.

Del material descrito y figurado por DEBRENNE & LOTZE (1963, p. 133-134, lám. 2, fig. 5) como *C. cf. arquatus*, procedente de Alanis, se diferencia nuestro ejemplar por tener menor *IK* y mayor *IC*.

Distribución: URSS, región de Gorskino, Cámbrico Inferior, horizontes Bazaihk-Sanachtykol. ESPAÑA, Córdoba, Las Ermitas, Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

*Coscinyathus* sp.  
Lám. I, figs. 2(5), 5

Material: Ejemplar núm. 25(5).

Descripción: Sección longitudinal oblicua de un cáliz cilindro-cónico en la que se pueden observar las dos murallas, los septos y las tábulas porosas.

Dimensiones en milímetros: *D* 7,50, *Int* 1,25, *ds* 0,25, *dt* variable, *IK* 0,16, *IC* 1:5. Muralla externa: porosa, *e* 0,033. Muralla interna: *n* 2,  $\varnothing$  0,10-0,15, *l* 0,033, *e* 0,033. Septos y tábulas: *n* > 6,  $\varnothing$  0,15, *l* 0,033, *e* 0,033.

Observaciones: Por disponer de una sola sección erosionada con datos incompletos, no podemos asignarlo a ninguna especie determinada.

Distribución: ESPAÑA. Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Clase: Irregulares VOLOGDIN 1937

Orden: Archaeocyathida OKULITCH 1935

Suborden: Archaeocyathina OKULITCH 1935  
Familia: Dictyocyathidae TAYLOR 1910  
Género: *Dictyocyathus* BORNEMANN 1891

*Dictyocyathus* sp.  
Lám. I, figs. 2(2), 4 y 13

1933. *Dictyocyathus sampelayanus* HERN. PACH. Hernández Sampelayo, p. 159, lám. 2, fig. 2  
1935. *Dictyocyathus sampelayanus* HERN. PACH. Hernández Sampelayo, p. 472, lám. 6, fig. 2  
1959. *Dictyocyathus sampelayanus* HERN. PACH. Badillo, p. 79, lám. 5

Material: Ejemplares núms. 25(2) y 27(2).

Descripción: Secciones transversales de cálices erosionados de pequeño diámetro. Muralla externa imperforada o porosa. Muralla interna porosa. Intervalo ocupado por varillas que se disponen en los tres planos del espacio.

Dimensiones en milímetros:

*Ejemplar núm. 25(2)*: *D* 5, *Int* 1,75, *IK* 0,34. Muralla externa porosa. Muralla interna porosa.  $\varnothing$  0,25, *l* 0,05, *e* 0,05. Varillas *e* 0,05.

*Ejemplar núm. 27(2)*: *D* 3,40, *Int* 0,75-1,35, *cc* 1,15, *IK* 0,22-0,40. Muralla externa imperforada, *e* 0,099. Muralla interna porosa,  $\varnothing$  0,099, *l* 0,033, *e* 0,033. Varillas, *e* 0,033.

Observaciones: Las características de los cálices los incluyen en el género *Dictyocyathus*, pero son insuficientes para asignarlos a una especie determinada.

Distribución: ESPAÑA. Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Familia: Flindersicyathidae R. BEDFORD & J. BEDFORD 1939.

Género: *Andalusicyathus* PEREJON 1976

*Andalusicyathus andalusicus* (SIMON 1939)  
Lám. I, figs. 1, 2(4); lám. II, figs. 1, 3, 4, 8, 9;  
Lám. III, figs. 4-6, cuadro 2

1917. *Dictyocyathus sampelayanus* HERN. PACH. PACH. p. 82  
1918. *Dictyocyathus sampelayanus* HERN. PACH. PACH. p. 692  
1933. *Dictyocyathus sampelayanus* HERN. PACH. PACH. p. 159, lám. 2, fig. 2

1933. *Archaeocyathus marianus* ROEMER. Hernández Sampelayo, p. 158  
1933. *Archaeocyathus ajax* TAYLOR. Hernández Sampelayo, p. 158  
1933. *Archaeocyathus* aff. *profundus* BILLINGS. Hernández Sampelayo, p. 158, lám. 2, fig. 3  
1935. *Dictyocyathus sampelayanus* HERN. PACH. PACH. p. 477  
1935. *Archaeocyathus marianus* ROEMER. Hernández Sampelayo, p. 477  
1935. *Archaeocyathus* aff. *profundus* BILLINGS. Hernández Sampelayo, p. 476, lám. 6, fig. 5  
1939. *Archaeocyathellus (Archaeofungia) sampelayanus* HERN. PACH. Simon, p. 77, Taf. 5, fig. 5  
1939. *Archaeocyathellus (Archaeofungia) andalusicus* SIMON, p. 76, Taf. 5, figs. 1-4  
1959. *Dictyocyathus sampelayanus* HERN. PACH. PACH. p. 78, lám. 4  
1959. *Archaeocyathus marianus* ROEMER. Badillo, p. 80, lám. 6  
1959. *Archaeocyathus ajax* TAYLOR. Badillo, p. 81, lám. 7  
1959. *Archaeocyathus (Ethmophyllum) profundum* BILLINGS. Badillo, p. 84, lám. 10  
1963. *Spiroclyathella lata* VOLOGDIN. Debrenne & Lotze, p. 137, pl. 5, figs. 1-5  
1976a. *Andalusicyathus andalusicus* (SIMON). Perejón, p. 18, lám. 8, figs. 3-8; lám. 9, figs. 1-9  
1976b. *Andalusicyathus andalusicus* (SIMON). Perejón, p. 18, lám. 4, figs. 3-8; lám. 5, figs. 1-9; lám. 6, figs. 1-4

Holotipo: Senck. Mus. XXVI 173 a (Sigl. RICHTER). Tafel 5, figs. 1 y 2. SIMON, 1939. Las Ermitas, Córdoba, Cámbrico.

Material: Ejemplares núms. 24, 25(4), 28(1), 29, 31, 34(1) y 34(2).

Descripción: Los ejemplares son incompletos en su mayoría, algunos están aplastados y debido a la erosión presentan formas muy variadas. Los cálices son de tamaño variable, de 14 a 36 mm. de diámetro y una altura que puede llegar hasta 90 mm.; la forma es cilindro-cónica, a veces presenta una parte inferior cilíndrica, que se abre rápidamente en forma de hongo [Núm. 34(1)].

Muralla externa erosionada, lo que se observa en los ejemplares es la estructura más exterior del intervalo y excepcionalmente puede conservarse su fina porosidad en zonas protegidas (Nú-

mero 31). La muralla interna está patente en las secciones transversales erosionadas, tiene más de un poro entre cada dos pseudoseptos que generalmente están protegidos con espinas. El intervalo varía de 4 a 6 mm. de ancho y está ocupado por pseudoseptos con grandes poros rectangulares unidos por sinaptículos. A veces aparece tejido vesicular, lo que determina la recristalización de las estructuras.

Dimensiones en milímetros: Cuadro 2.

Observaciones: Todos los ejemplares proceden de la localidad tipo de *andalusicus* y se ajustan en sus características, dimensiones y coeficientes a ella.

Distribución: ESPAÑA. Córdoba, Las Ermitas, Arroyo de Pedroche, Alcolea. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior. Badajoz, Alconera, Cámbrico Inferior, Marianiense Inferior.

#### CONSIDERACIONES FINALES

Todos los ejemplares de la colección se incluyen en seis géneros, *Cordobicyathus*, *Robustocyathus*, *Aldanocyathus*, *Coscinyathus*, *Dictyocyathus* y *Andalusicyathus*, y las especies descritas ya habían sido encontradas en Las Ermitas. De acuerdo con PEREJÓN (en prensa), los Arqueociatos del Cerro de Las Ermitas nos determinarían una edad Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Las relaciones entre las denominaciones de los ejemplares, las figuraciones de los distintos autores y las determinaciones propuestas se encuentran sintetizadas en la cuadro 3.

#### AGRADECIMIENTOS

Mi reconocimiento al Instituto Geológico y Minero de España, que ha sabido conservar en su Museo tan valiosa colección.

Mi más profundo agradecimiento a don Indalecio Quintero, actual Director del Museo del Instituto Geológico y Minero de España, que puso la colección a mi disposición para su estudio.

Quiero agradecer también la eficaz colaboración de don Eulogio Martín, que realizó las fotografías de los fósiles, y de doña Isabel Corchón, que mecanografió mi difícil manuscrito.

**CUADRO 2**  
«Andalucyathus andalusicus» (SIM. 1939). Dimensiones en milímetros y coeficientes de los distintos ejemplares.

	24	25 (4)	29	31	34 (1)
D	15	17	26	36-26	> 30-14
H	> 20	> 20	> 67	> 80	> 40
Int	4,75	4	6	5,65	4,5-3
ds	0,50-0,65	—	0,65	0,30	—
N	~ 36	—	—	—	—
IK	0,31	0,23	0,23	0,16-0,22	0,32-0,30
IC	1:9-1:7	—	~ 1:9	1:18	—
RK	2	—	—	—	—
ME	—	—	—	—	—
n	4	—	2-4	2-3	2
∅	0,10	0,10	—	0,50-0,25	0,25
l	0,05	0,05	—	0,15-0,10	0,08
e	0,03-0,05	0,05	—	0,05	0,08-0,10
MI	—	—	—	—	—
n	1-2	—	2-3, esp.	2-3, esp.	2, esp.
∅	—	0,25-0,35	0,20	0,165	0,20 (?)
l	—	0,10-0,15 (?)	0,05-0,10	0,066	—
e	0,05	—	0,05-0,10	0,066	—
SEP	—	—	—	—	—
n	8-10	—	> 12	10-15	> 5
∅	0,25×0,35	—	0,20×0,40	0,20×0,30	—
l	0,05	—	0,15	0,10	—
e	0,05	—	0,05	0,05	0,05
SYN.	—	—	—	—	—
e	0,05	—	0,05	0,05	0,05

**CUADRO 3**  
Relaciones entre las denominaciones originales de los ejemplares, las figuraciones y las determinaciones propuestas.  
I. Número de orden de la colección. II. Número de la figura en la lámina II de HERNANDEZ SAMPELAYO (1933). III. Número de la figura en la lámina VI de HERNANDEZ SAMPELAYO (1935). IV. Número de la lámina en BADILLO (1959).

I	DENOMINACION ORIGINAL	II	III	IV	DENOMINACION PROPUESTA
24	<i>Dictyocyathus sampelayanus</i>	—	—	4	<i>Andalucyathus andalusicus</i>
25	<i>Archaeocyathus trachealis</i> <i>Dictyocyathus sampelayanus</i>	2	2	5	(1) <i>Aldanocyathus anabarensis</i> (2) <i>Dictyocyathus</i> sp. (3) <i>Cordobicyathus deserti</i> (4) <i>Andalucyathus andalusicus</i> (5) <i>Coscinyathus</i> sp.
26	<i>Archaeocyathus navarroi</i>	—	—	—	<i>Robustocyathus navarroi</i>
27	<i>Archaeocyathus marianus</i> <i>Dictyocyathus sampelayanus</i>	—	—	—	(1) <i>Aldanocyathus anabarensis</i> (2) <i>Dictyocyathus</i> sp.
28	<i>Archaeocyathus marianus</i> ( <i>Coscinyathus</i> y <i>Protopharetra</i> )	—	—	—	(1) <i>Andalucyathus andalusicus</i> (2) <i>Aldanocyathus anabarensis</i> (3) <i>Aldanocyathus anabarensis</i> (4) <i>Aldanocyathus anabarensis</i>
29	<i>Archaeocyathus marianus</i>	—	—	6	<i>Andalucyathus andalusicus</i>
30	<i>Archaeocyathus nodosa</i>	—	—	—	<i>Aldanocyathus valdegrajensis</i>
31	<i>Archaeocyathus ajax</i>	—	—	7	<i>Andalucyathus andalusicus</i>
32	<i>Archaeocyathus infundibulum</i>  <i>Archaeocyathus sellicksi</i>	5	3	8	(1) <i>Aldanocyathus anabarensis</i> (2) <i>Aldanocyathus anabarensis</i> (3) <i>Aldanocyathus valdegrajensis</i> (4) <i>Aldanocyathus</i> sp.
33	<i>Archaeocyathus aduncus</i>	1	1	9	<i>Coscinyathus arcuatus</i>
34	<i>Archaeocyathus</i> aff. <i>profundus</i> <i>A. (Ethmophyllum) profundus</i>	3	5	10	(1) <i>Andalucyathus andalusicus</i> (2) <i>Andalucyathus andalusicus</i>
35	<i>Archaeocyathus sinuosus</i>	—	—	11	<i>Aldanocyathus pedrochei</i>
36	<i>Archaeocyathus sellicksi</i>	—	—	12	<i>Aldanocyathus</i> sp.

BIBLIOGRAFIA

- BADILLO, L.: *Catálogo de especies fósiles del Museo del Instituto Geológico y Minero de España. 1. Cambriano*. Not. Com. Inst. Geol. Min. España, 55, 71-124 (1959).
- BEDFORD, R. & BEDFORD, J.: *Development and classification of Archaeos. (Pleospongia)*. Mem. Kyancutta Mus., 6, 67-82 (1939).
- BILLINGS, E.: *New species of Lower Silurian fossils: on some new or little known species of Lower Silurian fossils from the Postdan Group (Primordial Zone)*. Geol. Surv. Canada, 1-24 (1861).
- BORNEMANN, J. G.: *Bericht über die Fortsetzung seiner Untersuchungen cambrischer Archaeocyathus-Formen und verwandter Organismes von der Insel Sardinien*. Z. Dtsch. Geol. Ges., 36 (3), 702-706 (1884).
- BORNEMANN, J. G.: *Die Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems der Insel Sardinien (1.ª parte)*. N. Act. Kais. Leopold. Carolingio Dtsch. Ak. Nat., 51, 1-147 (1887).
- BORNEMANN, J. G.: *Die Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems der Insel Sardinien (2.ª parte)*. N. Act. Kais. Leopold Carolingio Dtsch. Ak. Nat., 56, 427-528 (1891).
- DATZENKO, V. A. (edit.): *Bioestratigrafía y fauna del Noroeste de la Plataforma de Siberia*. Trudy Inst. Arkt. Antart. Nauchno-issl., 155, 1-123 (en ruso) (1968).
- DEBRENNE, F.: *Archaeocyatha. Contribution à l'étude des faunes cambriennes du Maroc de Sardaigne et de France*. Not. Mém. Serv. Geol. Maroc, 179, 1-265 (1964).
- DEBRENNE, F. & LOTZE, F.: *Die Archaeocyatha des spanischen Kambriums*. Akad. Wiss. Lit. Abh. Naturwiss. Kl., 2, 107-144 (1963).
- DEBRENNE, F. & VORONIN, Yu. V.: *Significado de la porosidad de los septos para la sistemática de los Ajaciyathidae*. Paleont. Zh. Akad. Nauk. SSSR, 3, 26-31 (en ruso) (1971).
- HERNÁNDEZ PACHECO, E.: *La fauna primordial de la Sierra de Córdoba*. Asoc. Española Prog. Cienc. Conf. Secc. 4.ª Cienc. Nat., 76-85 (1917).
- HERNÁNDEZ PACHECO, E.: *Les archaeocyathidae de la Sierra de Córdoba (Espagne)*. C. R. séanc. Acad. Sci. Paris, 166, 691-693 (1918).
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: *El Cambriano en España*. Mem. XVI Congr. Geol. Inter. Inst. Geol. Min. España, 1-200 (1933).
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: *Explicación del nuevo mapa geológico de España a escala 1:1.000.000. El Sistema Cambriano*. Mem. Inst. Geol. Min. España, 1, 291-528 (1935).
- KORSHUNOV, V. I.: *Bioestratigrafía y Arqueociatos del Cámbrico inferior del Noreste del anticlinal del río Aldan*. Akad. Nauk. SSSR Yakuskii Fil. Sib. Otd. Inst. Geol., 1-127 (en ruso) (1972).
- LIÑÁN, E.: *Bioestratigrafía de la Sierra de Córdoba*. Tesis Doctoral Univ. Granada, 191, 1-212 (1978).
- MEEK, F. B.: *Preliminary notice of a remarkable new genus of Corals, probably typical of a new family*. Amer. J. Sci., 2.ª ser., 45, 62-64 (1868).
- MELÉNDEZ, B.: *Los terrenos cámbricos de la Península Hispánica*. Trab. Inst. Cienc. Nat. «José de Acosta» Ser. geol., 1, 1-179 (1943).
- OKULITCH, V. J.: *Cyathospongia. A new Class of Porifera to include the Archaeocyathinae*. Trans. R. Soc. Canada, Sér. 3, Sect. 4, 29, 75-106 (1935).
- PEREJÓN, A.: *Contribución al conocimiento de los Arqueociátidos de los yacimientos de Alconera (Badajoz)*. Estudios Geol., 29 (2), 179-206 (1973).
- PEREJÓN, A.: *Nuevas formas de Arqueociatos del Cámbrico inferior de Sierra Morena (I)*. Tecniterrae, 8, 8-29 (1975a).
- PEREJÓN, A.: *Arqueociatos de los subórdenes Monocyathina y Dokidocyathina*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 73 (1-4), 125-145 (1975b).
- PEREJÓN, A.: *Arqueociatos Regulares del Cámbrico inferior de Sierra Morena (SW de España)*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.), 73 (1-4), 147-193 (1975c).
- PEREJÓN, A.: *Nuevas formas de Arqueociatos del Cámbrico inferior de Sierra Morena (II)*. Tecniterrae, 9, 7-24 (1976a).
- PEREJÓN, A.: *Nuevos datos sobre los Arqueociatos de Sierra Morena*. Estudios Geol., 32 (1), 5-33 (1976b).
- PEREJÓN, A.: *Bioestratigrafía de los Arqueociatos en España*. Cuad. Geol. Ibér., 9 (en prensa).
- ROEMER, F.: *Über Archaeocyathus marianus n. sp.* Z. Dtsch. Geol. Ges., 30, 369-370 (1878).
- SIMON, W.: *Archaeocyathacea: I. Kritische Sichtung der Superfamilie. II. Die Fauna im Kambrium der Sierra Morena (Spanien)*. Abh. Senck. Nat. Ges., 448, 1-87 (1939).
- TAYLOR, T. G.: *The Archaeocyathinae from the Cambrian of South Australia*. Mem. R. Soc. S. Australia, 2 (2), 1-188 (1910).
- VOLOGDIN, A. G.: *Arqueociatos y los resultados de su estudio en la URSS*. Lab. Pal. Mosk. Gosud. Univ. Probl. Paleont., 2-3, 453-500 (en ruso) (1937).
- VOLOGDIN, A. G.: *Atlas de las formas características de las faunas fósiles de la URSS. I. Cámbrico*. Gosgeolizdat, 1-193 (en ruso) (1940).
- VOLOGDIN, A. G.: *Los Arqueociatos y su significado estratigráfico*. Acta. Paleont. Sin., 5 (2), 173-199 (en ruso) (1957).
- ZAMARREÑO, I. & DEBRENNE, F.: *Sédimentologie et biologie des constructions organogènes du Cambrien inférieur du sud de l'Espagne*. Mém. B. R. G. M., 89, 44-61 (1977).
- ZHURAVLEVA, I. T.: *Arqueociatos del Cámbrico de la vertiente Este de Kuznetsk Alatau*. Trudy Inst. Geol. Akad. Nauk. SSSR, 56, 5-56 (en ruso) (1955a).
- ZHURAVLEVA, I. T.: *Contribución al conocimiento de los Arqueociatos de Siberia*. DAN SSSR, 104 (4), 625-630 (en ruso) (1955b).
- ZHURAVLEVA, I. T.: *Arqueociatos de la plataforma de Siberia*. Inst. Geol. Geof. Sib. Otdel. Pal. Inst. Akad. Nauk. SSSR, 1-344 (en ruso) (1960).
- ZHURAVLEVA, I. T. & KORSHUNOV, V. I.: *Horizonte Keniada en «Estratigrafía y paleontología del Cámbrico inferior y medio de la URSS»*. I. T. ZHURAVLEVA (Edit.). Trudy Inst. Geol. Geof. Akad. Nauk. SSSR Sib. Otdel., 296, 33-49 (en ruso) (1976).

Recibido: Julio 1984.

## LAMINA I

Figura 1.—*Andalusicyathus andalusicus* (SIM. 1939).

Ejemplar Núm. 24. Secciones transversal y longitudinal oblicuas erosionadas (x2).  
Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figura 2.—Vista general del ejemplar Núm. 25 (x1).

- (1) *Aldanocyathus anabarensis* (VOL. 1937).
- (2) *Dictyocyathus* sp.
- (3) *Cordobicyathus deserti* PER. 1975.
- (4) *Andalusicyathus andalusicus* (SIM. 1939).
- (5) *Coscinocyathus* sp.

Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figura 3.—*Aldanocyathus anabarensis* (VOL. 1937).

Núm. 25(1). Detalle de la sección transversal erosionada (x2).  
Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figura 4.—*Dictyocyathus* sp.

Núm. 25(2). Detalle de sección transversal erosionada (x6).  
Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figura 5.—*Coscinocyathus* sp.

Núm. 25(5). Detalle de la sección longitudinal oblicua erosionada (x4).  
Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figura 6.—*Cordobicyathus deserti* PER. 1975.

Núm. 25(3). Detalle de sección transversal erosionada (x5).  
Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figuras 7-9.—*Robustocyathus navarroi* (HERN. PACH. 1917).

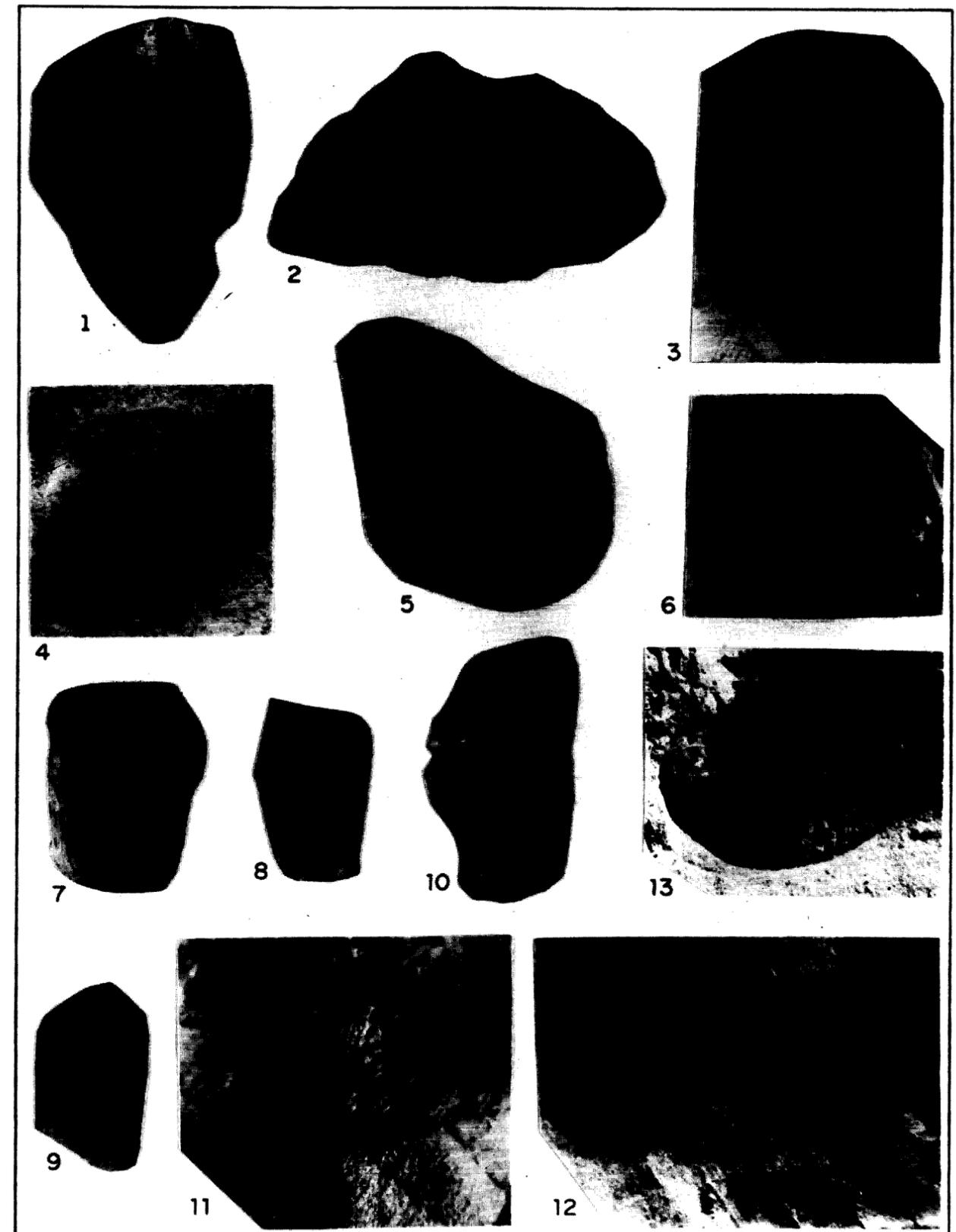
7. Ejemplar núm. 26. Aspecto general del cáliz (x1).
  8. El mismo. Sección longitudinal erosionada (x1).
  9. El mismo. Sección transversal pulida (x2).
- Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

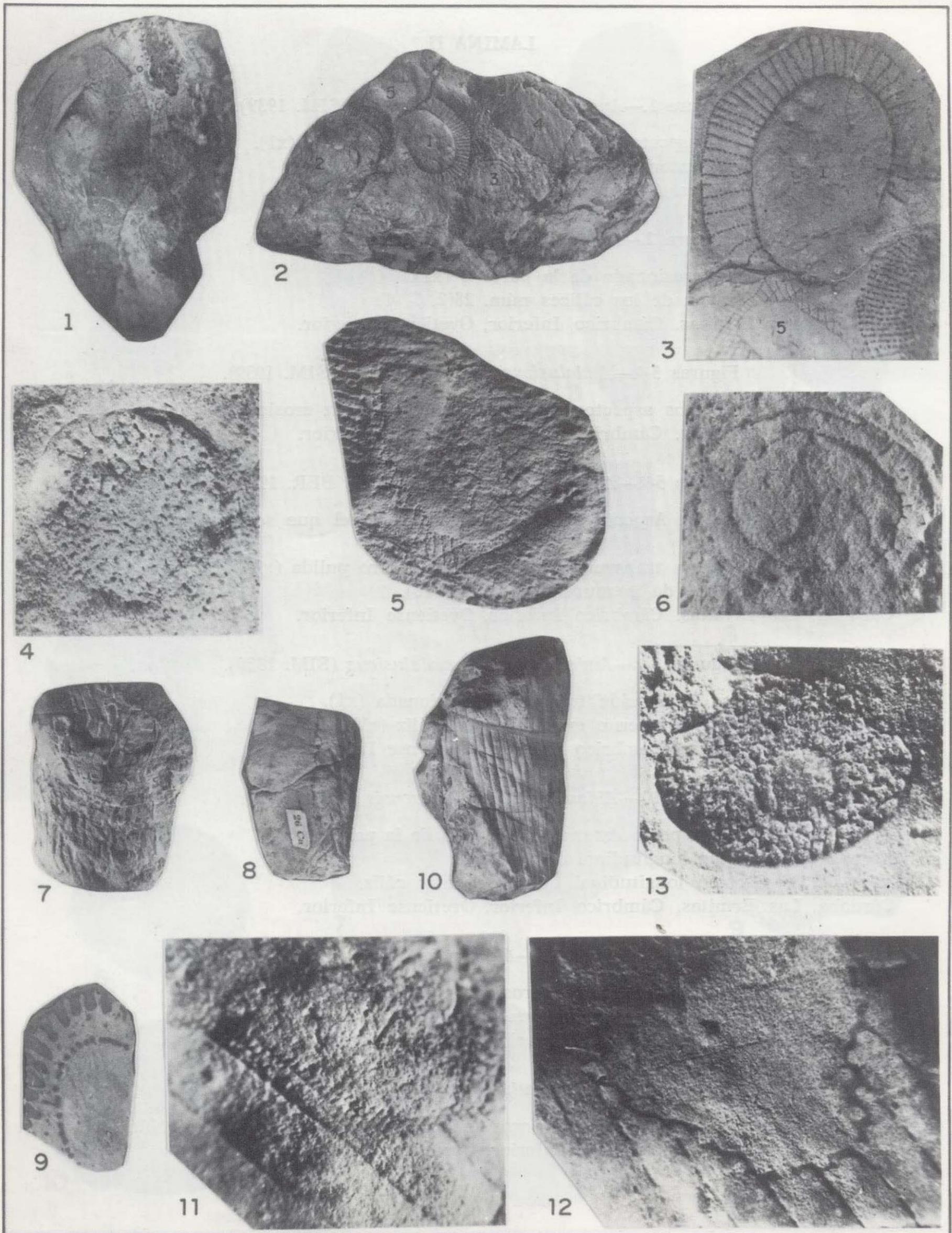
Figuras 10-12.—*Aldanocyathus anabarensis* (VOL. 1937).

10. Ejemplar núm. 27(1). Aspecto externo erosionado (x1).
  11. El mismo. Detalle de la muralla externa (x10).
  12. El mismo. Detalle de la muralla interna (x10).
- Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figura 13.—*Dictyocyathus* sp.

Núm. 27(2). Detalle de sección transversal erosionada (x10).  
Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.





## LAMINA II

Figura 1.—*Andalusicyathus andalusicus* (SIM. 1939).

Ejemplar núm. 28. Aspecto externo erosionado de la parte A (x1).  
Se observa la parte exterior del cáliz erosionado núm. 28(1).  
Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figura 2.—*Aldanocyathus anabarensis* (VOL. 1937).

El mismo. Aspecto erosionado de la parte B (x1).  
Secciones erosionadas de los cáliz núm. 28(2, 3, 4).  
Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figuras 3-4.—*Andalusicyathus andalusicus* (SIM. 1939).

Ejemplar núm. 29. Dos aspectos distintos del mismo cáliz erosionado (x2).  
Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figuras 5-7.—*Aldanocyathus valdegrajensis* PER. 1975.

5. Ejemplar núm. 30. Aspecto externo erosionado, en el que se observa la constricción transversal del cáliz (x2).

6. El mismo. Sección transversal de menor diámetro pulida (x2).

7. El mismo. Detalle de la muralla externa (x20).

Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figuras 8-9.—*Andalusicyathus andalusicus* (SIM. 1939).

8. Ejemplar núm. 31. Sección transversal erosionada (x1).

9. El mismo. Aspecto externo erosionado del cáliz (x1).

Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figura 10.—*Aldanocyathus anabarensis* (VOL. 1937).

Ejemplar núm. 32. Aspecto externo erosionado de la parte A (x1).

Núm. 32(1). Sección longitudinal de un cáliz.

Núm. 32(2). Sección longitudinal oblicua de otro cáliz.

Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figura 11.—*Aldanocyathus* sp.

Ejemplar núm. 32. Aspecto externo erosionado de la parte B (x1).

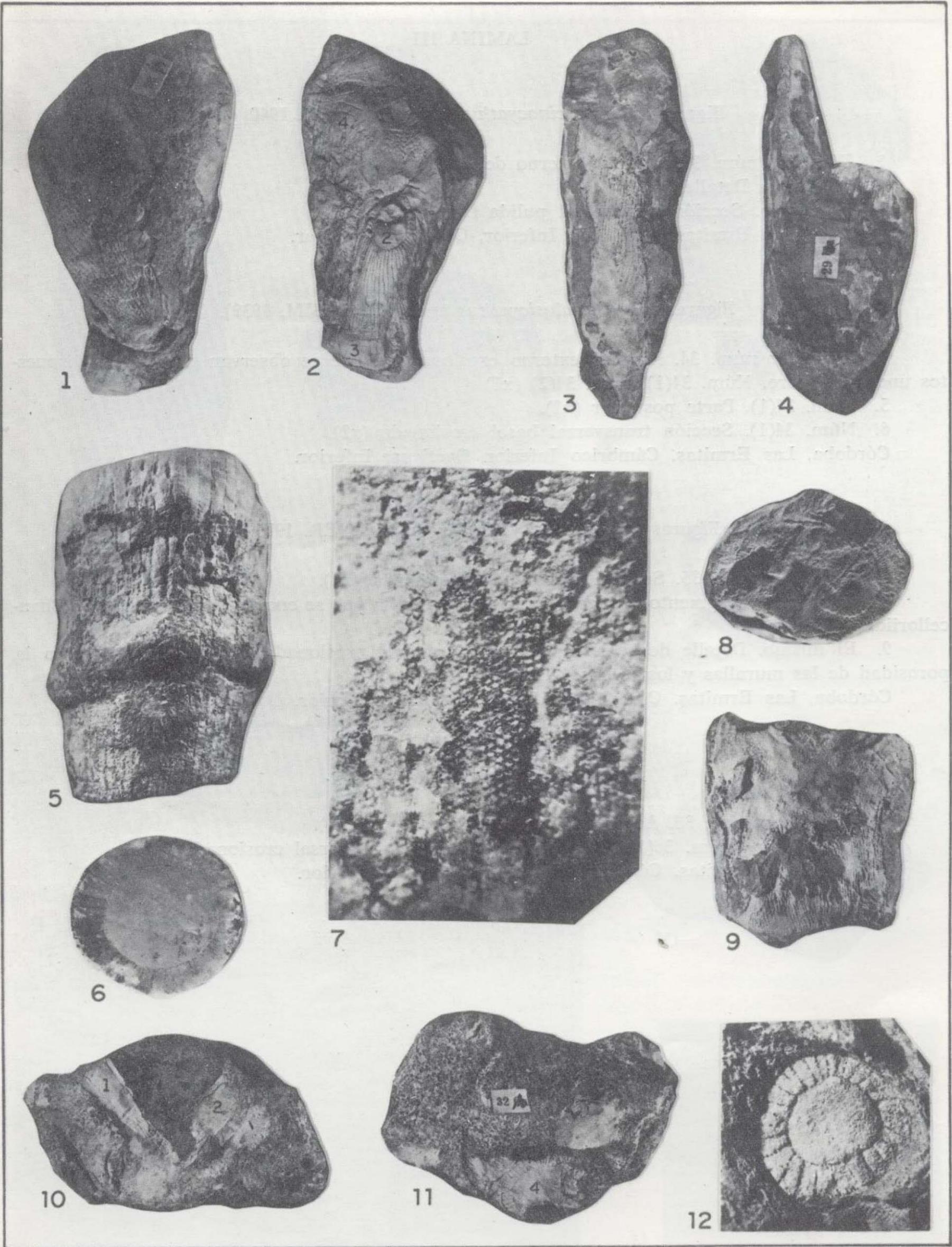
Núm. 32(4). Sección transversal oblicua erosionada.

Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figura 12.—*Aldanocyathus valdegrajensis* PER. 1975.

Ejemplar núm. 32. Sección transversal erosionada, situada en la parte lateral. Núm. 32(3) (x4).  
Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.





## LAMINA III

Figuras 1-3.—*Coscinocyathus arquathus* VOL. 1940.

1. Ejemplar núm. 33. Aspecto externo del cáliz (x1).
  2. El mismo. Detalle (x4).
  3. El mismo. Sección transversal pulida (x4).
- Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figuras 4-6.—*Andalusicyathus andalusicus* (SIM. 1939).

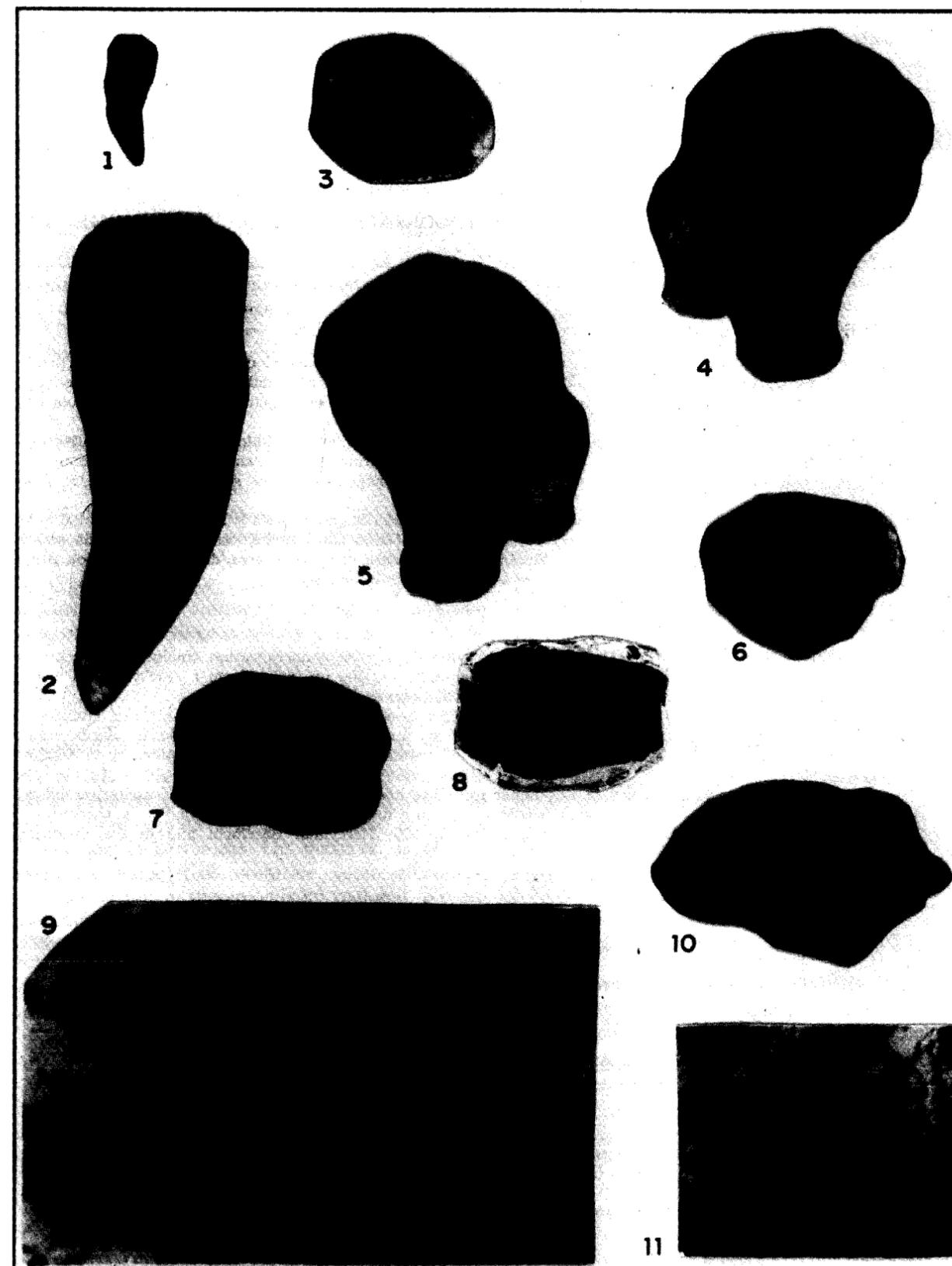
4. Ejemplar núm. 34. Aspecto externo erosionado donde se observan dos cálices dispuestos uno sobre otro. Núm. 34(1), núm. 34(2) (x1).
  5. Núm. 34(1). Parte posterior (x1).
  6. Núm. 34(1). Sección transversal basal erosionada (x2).
- Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

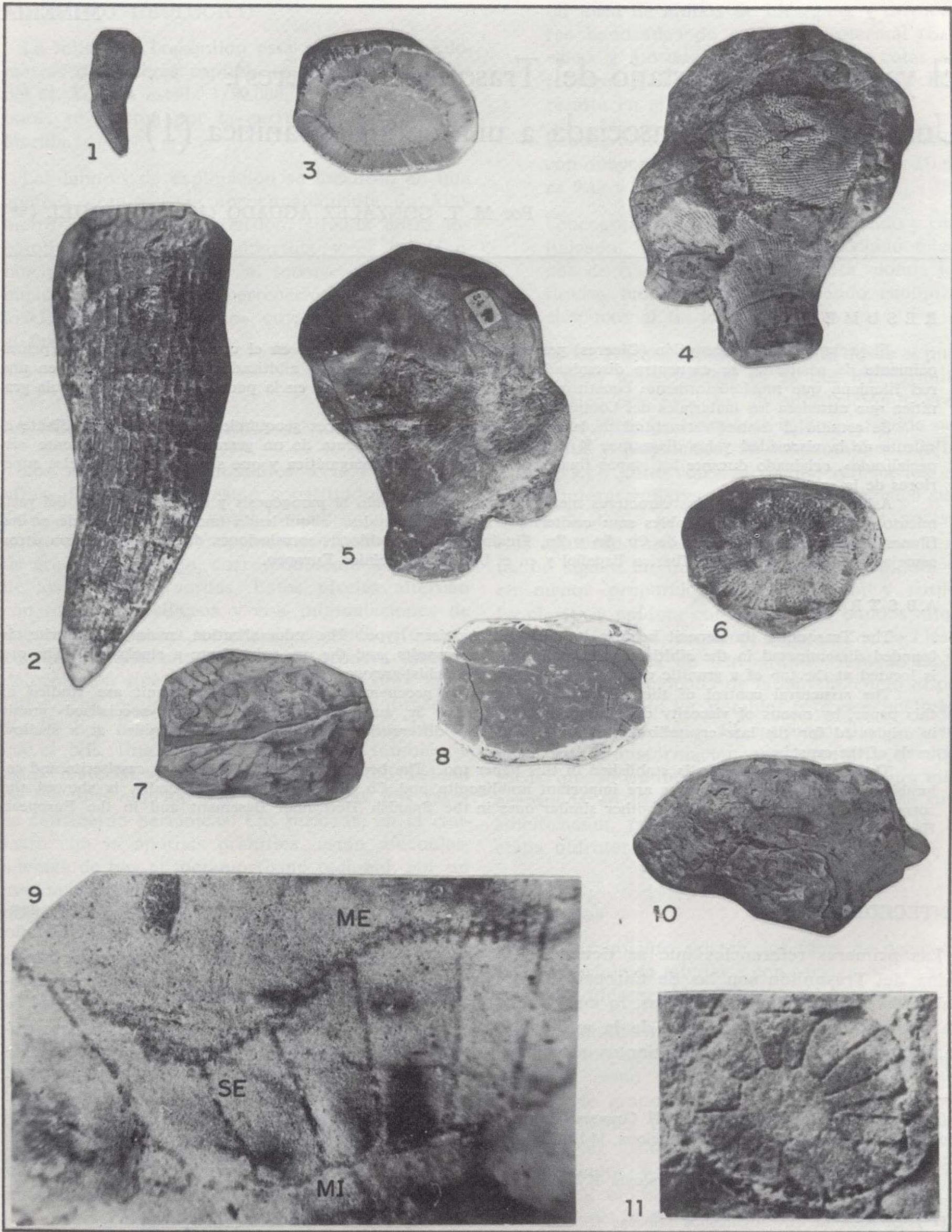
Figuras 7-9.—*Aldanocyathus pedrochei* PER. 1975.

7. Ejemplar núm. 35. Sección transversal erosionada (x1).
  8. El mismo. Fragmento de sección transversal en la que se encuentran secciones de Chancelloriida (x1).
  9. El mismo. Detalle de sección transversal oblicua erosionada en la que se observa la porosidad de las murallas y los septos (x10).
- Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.

Figuras 10-11.—*Aldanocyathus* sp.

10. Ejemplar núm. 36. Aspecto externo de la muestra (x1).
  11. El mismo. Núm. 36(1). Detalle de la sección transversal erosionada (x8).
- Córdoba, Las Ermitas. Cámbrico Inferior, Ovetiense Inferior.





# El yacimiento de estaño del Trasquilón (Cáceres): Una mineralización asociada a una cúpula granítica (1)

Por M. T. GONZALEZ AGUADO (\*) y P. GUMIEL (\*\*)

## RESUMEN

El yacimiento del Trasquilón (Cáceres) pertenece al tipo albitita-greisen, en el que la mineralización, principalmente de casiterita, se encuentra diseminada en facies de leucogranitos albitizados y caolinizados, y en una red filoniana que morfológicamente constituye un stockwork. Está situado en la parte apical de una cúpula granítica que atraviesa los materiales del Complejo esquisto-grauváquico.

Se estudia el control estructural de la mineralización y los caracteres geoquímicos del granito, mediante el cálculo de la viscosidad y los diagramas K, Rb, Ba, Sr y álcalis. Se trata de un granito metalogénicamente «especializado», originado durante las etapas finales de la cristalización magmática y que se emplazó en niveles superiores de la corteza.

Asimismo, se estudian los caracteres metalogénicos, estableciendo la paragénesis y sucesión mineral del yacimiento. Los minerales beneficiables son: casiterita y columbita-tantalita, adquiriendo también importancia en los filones, ambligonita y sulfuros de Cu, Sn y Zn. Finalmente, se establecen correlaciones del yacimiento con otros semejantes dentro del Macizo Ibérico Español y en el Dominio Hercínico Europeo.

## ABSTRACT

The Trasquilón tin deposit belongs to the albitite-greisen type. The mineralization, mainly cassiterite, is founded disseminated in the albitized and kaolinized leucogranites, and the ore veins form a stockwork. The ore is located at the top of a granitic cupola cross cutting the Schist-greywacke Complex.

The structural control of the mineralization, and the geochemical features of the granit are studied in this paper, by means of viscosity calculation and K, Rb, Ba, Sr, and alkalis diagrams. This «specialized» granit is originated for the late crystallization stage of a highly differentiated magma. It was intruded at a shallow levels of the crust.

The mineral association is established in this paper too. The beneficiated ore minerals are cassiterite and columbite-tantalite, but in the veins are important ambligonite and Cu, Sn, Zn sulphides. Finally, is showed the correlations of this deposit with another similar ones in the Spanish Hercynian Basement and in the European Hercynian Belt.

## ANTECEDENTES

Las primeras referencias que se tienen de la mina del Trasquilón son las de CALDERÓN (1903) sobre las ambligonitas de Cáceres, lo cual indica ya la importancia mineralógica de la ambligonita, bastante escasa en los yacimientos españoles.

Por otra parte, en 1973 y 1978 el IGME, dentro del Plan Sectorial de Investigación de Estaño en Extremadura, realizó dos proyectos de investigación minera en el área, en los que se estudiaron una serie de yacimientos en Cáceres, y en particular el del Trasquilón. Parte de este trabajo se basa en los resultados obtenidos en este proyecto. En la actualidad, la compañía INTERMINAS ha interrumpido sus labores de explotación, así como las instalaciones para el tratamiento del mineral. En el último período la actividad consistió exclusivamente en el relavado de escombreras y del aluvio-eluvial de la zona Norte.

(1) Comunicación presentada al VII Congreso Internacional de Minería y Metalurgia (Barcelona, 14-19 de mayo de 1984).

(\*) Cátedra de Mineralogía y Petrología E.T.S.I.M. de Madrid.

(\*\*) División de Investigaciones Mineras IGME.

## EL MARCO GEOLOGICO

La mina del Trasquilón está situada a 12 kilómetros de Cáceres capital, en la Hoja núm. 704 del M. T. N. a escala 1/50.000. El acceso a las labores se efectúa por la carretera de Cáceres a Mérida.

Las labores de explotación se localizan en una apófisis granítica de aproximadamente un kilómetro cuadrado de extensión, situada entre los batolitos de Ceclavín-Malpartida y el de Montánchez. Este asomo apical intruye en una serie monótona esquistosa, perteneciente al Complejo «Esquisto-Grauváquico», cuya edad se atribuye al Precámbrico Superior.

## LA SERIE METAMORFICA ENCAJANTE

Los materiales circundantes a la cúpula granítica del Trasquilón están constituidos por una serie monótona de esquistos moscovítico-biotíticos, afectados por un metamorfismo regional de grado medio-bajo, correspondiente a la facies de los esquistos verdes. Estos niveles alternan con otros más silíceos y con intercalaciones de cuarcitas de varios metros de potencia. Todo el conjunto está afectado por una primera fase de deformación que da lugar a pliegues muy apretados, con esquistosidad de flujo de dirección N 120° E y buzamientos generalizados de 70° hacia el NE. Una segunda fase afecta también a estos materiales, produciendo una esquistosidad de fractura oblicua a la anterior. Las dos fases se consideran hercínicas. Las pizarras, en el contacto con la apófisis granítica, están afectadas, además de por el metamorfismo regional, por un metamorfismo de contacto que da lugar a esquistos mosqueados.

## LA CUPULA GRANITICA DEL TRASQUILON

Se trata de la parte apical de un asomo granítico de forma elipsoidal, cuyo eje mayor, de dirección E-O, tiene una longitud de 1.100 m., y el eje menor, de dirección N-S, de 750 m. (figuras 1 y 6a). Las facies que constituyen esta cúpula son las siguientes:

- Granito moscovítico, a veces porfiroide, con procesos de albitización incipiente, desarro-

llo local de anillos de Liesegang y estructuras bandeadas de origen hidrotermal (SAAVEDRA y ARRIBAS, 1974). Ocupa las cotas superiores y es la facies más dura y que más resalta en el relieve.

- Leucogranito moscovítico de grano medio, con mayor desarrollo de albitización (figura 9.1) y turmalinización.
- Leucogranito moscovítico greisenizado y caolinizado. Normalmente está asociado a zonas de fracturación más intensa, donde los fluidos han actuado produciendo caolinización parcial de los feldespatos.

La facies granítica más interesante desde el punto de vista metalogénico es la del leucogranito moscovítico con procesos de albitización y greisenización. Petrográficamente está constituida por moscovita y plagioclasa, fundamentalmente albita (fig. 9.1), junto con cuarzo que rellena los espacios intergranulares. El feldespato potásico suele ser bastante escaso. Como minerales accesorios aparecen turmalina, hematites y dumortierita. Le siguen en importancia apatito, epidota y, en menor proporción, clorita, circón y rutilo. La clorita y epidota constituyen las bandas alternantes coloreadas, similares a los anillos de Liesegang. Esta facies de leucogranito representa la etapa más evolucionada de la cúpula, como lo ponen de manifiesto los notables procesos postmagmáticos que presenta. El conjunto filoniano supone una transformación suplementaria a estas rocas, que se traduce en una moscovitización más acentuada en los bordes de las venas, y en una silicificación, procesos que se desarrollan en la etapa hidrotermal.

## Pegmatitas

En el yacimiento existen dos tipos de pegmatitas de morfología tabular y con características claramente diferenciables (GONZÁLEZ AGUADO, 1981).

La pegmatita tabular, de dirección N 20° E y buzamientos entre 70 y 80° O (fig. 1), se puede clasificar como una pegmatita simple. La textura es de grano grueso, siendo sus componentes principales cuarzo, feldespato y ambligonita (fig. 9.6). Como accesorios aparecen: casiterita e ilmenita. La composición mineralógica, su morfología tabular y la disposición textural de los minerales indican que el emplazamiento tuvo

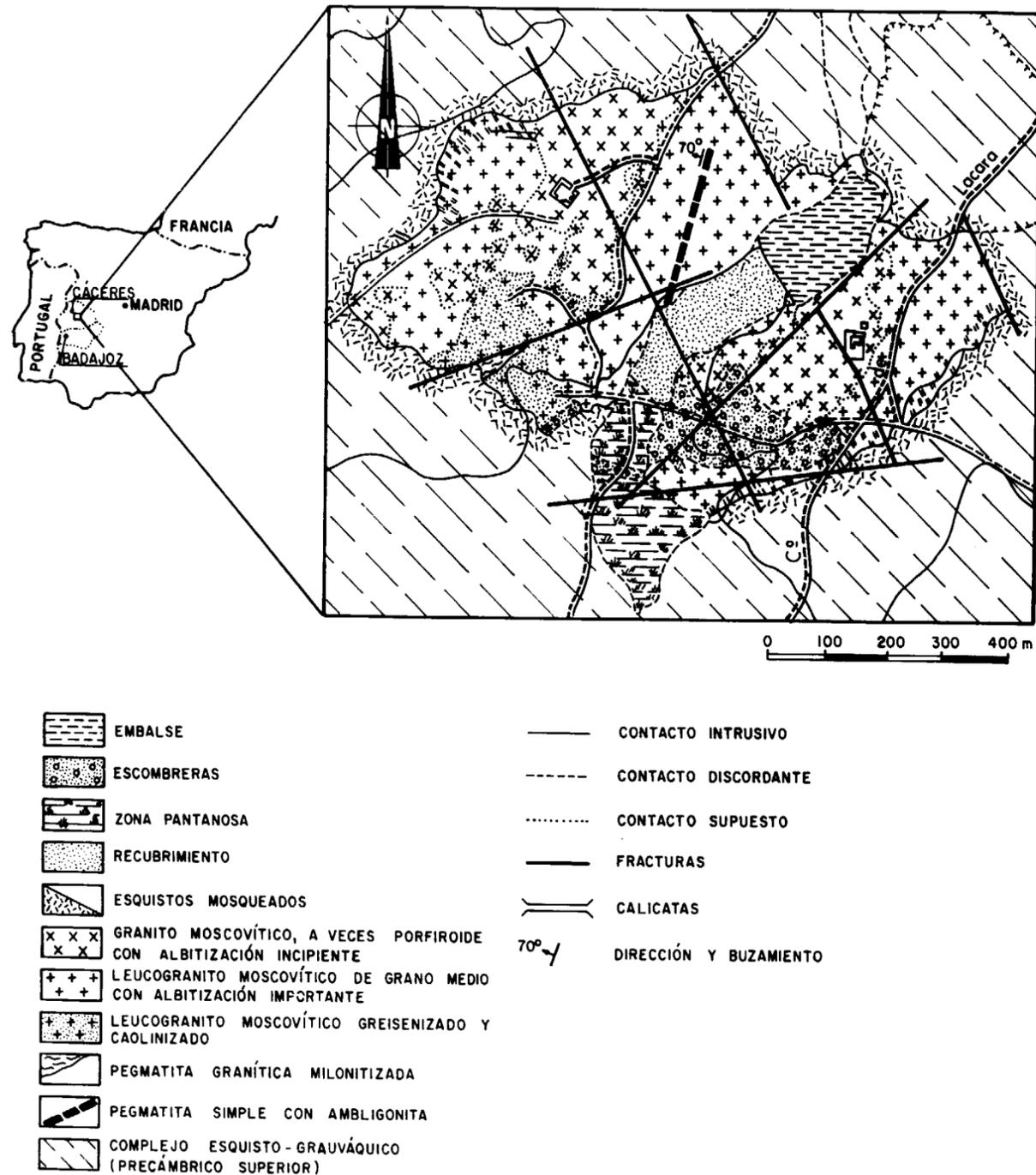


Figura 1.—Esquema geológico de la cúpula granítica del Trasquilón (Cáceres).

lugar a favor de una fractura, produciendo reemplazamiento de unos minerales, con neoformación de casiterita y ambligonita.

La pegmatita, de dirección N 80° E y vertical

(figura 1), es una pegmatita granítica de línea híbrida, ya que en su interior han quedado asimilados relictos de la roca encajante (fig. 9.2).

Petrográficamente su textura es cataclástica, de

grano medio a grueso y muy fino en los bordes. La mineralogía está constituida por cuarzo, feldespato potásico (microclina) y moscovita como minerales principales. Como accesorios, apatito, turmalina y óxidos de Fe, diferenciándose claramente de la anterior por la total ausencia de ambligonita y casiterita. Se observa una deformación muy grande en toda la roca, presentando en los bordes caracteres de milonitización, con presencia de vidrio, cuarzos triturados, micas plegadas y desflecadas (fig. 9.3). Esto prueba el rápido emplazamiento de este cuerpo pegmatítico a favor de una importante zona de fractura. La milonitización sufrida en los bordes, así como el

tamaño de grano tan fino, parecen indicar que ha habido un enfriamiento rápido y brusco.

**Caracteres geoquímicos**

El estudio geoquímico se ha realizado mediante el análisis de cinco muestras representativas de la cúpula en cinco sondeos y a diferentes profundidades. Los elementos mayores (tabla 1) y la selección de los elementos traza se basa en su potencial como indicadores del grado de especialización del granito y como elementos útiles para la prospección.

**TABLA 1**  
Análisis químicos (\*) y normas CIPW de la cúpula granítica del Trasquilón (Cáceres)

Muestras	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
SiO <sub>2</sub> en %	71.53	74.40	74.53	72.69	71.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.48	16.29	16.07	16.99	17.81
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.95	0.77	1.06	1.29	1.18
CaO	0.65	0.56	0.47	0.67	1.23
TiO <sub>2</sub>	0.037	0.028	0.035	0.036	0.040
MnO	0.015	0.019	0.038	0.076	0.067
K <sub>2</sub> O	3.25	3.09	2.83	2.96	3.15
Na <sub>2</sub> O	2.83	2.56	3.37	2.83	2.96
MgO	0.099	0.099	0.066	0.116	0.149
p.p.c.	1.99	2.00	1.43	2.27	2.16
Rb en ppm	710	850	700	800	790
Sr	80	50	20	40	90
Cu	30	30	180	20	20
Pb	50	50	180	50	70
Zn	160	170	210	350	270
Sn	40	70	1.620	70	180
W	—	—	—	—	—
Nb	40	40	60	50	50
Ta	—	—	—	—	—
Li	130	170	180	150	120
Ba	—	—	—	—	—
Q	45.47	50.90	46.51	47.27	42.76
Co	6.03	5.06	4.31	5.24	4.85
Or	18.66	17.64	16.07	16.94	18.05
Ab	24.67	22.03	28.81	24.53	25.60
An	3.11	2.70	2.17	3.20	5.92
Hy	1.71	1.36	1.87	2.38	2.23
Ilm	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06
En	0.27	0.26	0.18	0.39	0.49
Q	51.20	56.20	50.89	53.26	49.48
Ab	27.78	24.32	31.52	27.64	29.62
Or	21.01	19.47	17.58	19.09	20.88

(\*) Efectuados en los laboratorios del IGME.

Los análisis se han realizado mediante fluorescencia de rayos X sobre muestras con un peso medio de 5 kg. El Ta estaba por debajo del límite de detección del instrumento, y el Li ha sido determinado por espectrofotometría de absorción atómica.

En este estudio se han utilizado diagramas en los que intervienen elementos mayores, ya clásicamente utilizados en el estudio de series graníticas (fig. 2). Los datos geoquímicos, junto con los caracteres geológicos y petrográficos, muestran que el granito del Trasquilón es un granito estannífero (fig. 2a) de tendencia silico-potásica (figura 2b) y muy evolucionado. Del diagrama SiO<sub>2</sub>-Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O (fig. 2c) se observa que el campo de estabilidad de las muestras de este granito se concentra en la zona correspondiente a los granitos muy ricos en SiO<sub>2</sub> y con contenidos similares en Na<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O (relación aproximada=1). Además, del gráfico Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O (fig. 2d) se obtiene que todas las muestras se aproximan a la relación 1.1, siendo las más ricas en Sn las que muestran afinidad silico-sódica (T-3). Por otra parte, los granitos del Trasquilón presentan una correlación positiva Sn/Nb y negativa Sr/Nb (figura 3), lo que puede explicarse por la propia evolución de estos elementos traza en el proceso de cristalización fraccionada.

**Grado de especialización**

El potencial metalogénico de ciertos granitoides en determinados elementos puede determinarse

mediante criterios geológicos, geoquímicos y petrológicos referidos al grado de especialización. Tales granitoides «metalogénicamente especializados» (TISCHENDORF, 1977) son, normalmente, producto de una cristalización magmática, la cual se expresa mediante determinados indicadores geoquímicos. Los coeficientes geoquímicos utilizados (tabla 2) se basan en que normalmente las pegmatitas y granitos estanníferos están empobrecidos en Ba, Sr y Zr, y sin embargo presentan enriquecimientos en Li, Rb, Sn, Nb y Ta (TISCHENDORF, 1977).

Por otra parte, JACOBSON y WEBB (1946) concluyen que el «grado de albitización» es la única guía válida relacionada con la intensidad de la mineralización y la aplican para las mineralizaciones de Sn-Nb-Ta de Nigeria.

- El coeficiente K/Rb (STAVROV et al., 1969; TISCHENDORF, 1977) normalmente se utiliza como control de la cristalización fraccionada y sirve para investigar el origen de los granitoides estanníferos.

- El coeficiente Mg/Li (BEUS y SITNIN, 1968) es un indicador de yacimientos de metales raros en granitos.

- La relación  $\frac{Al}{Na+K+\frac{Ca}{2}}$  (SHAND, 1950) mayor que 1.1, caracteriza a las rocas peraluminicas. Los granitos del Trasquilón superan este coeficiente

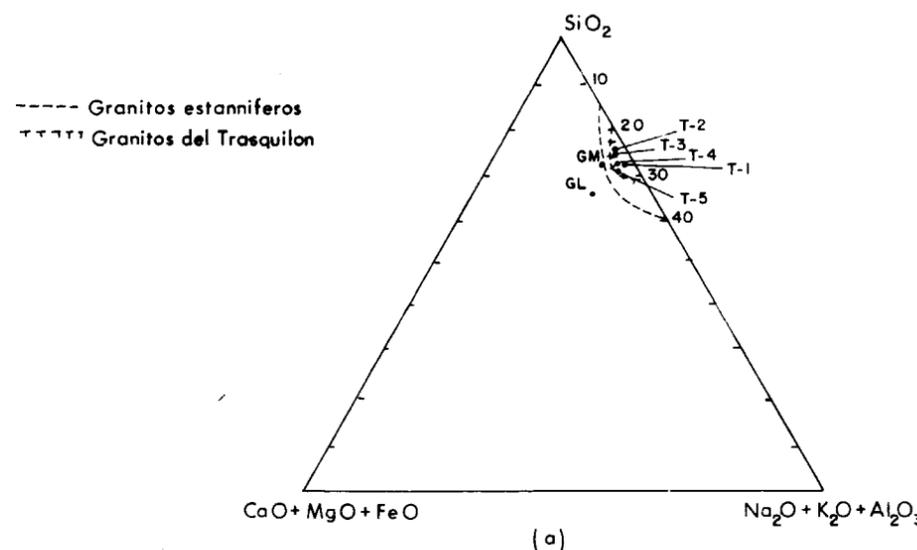
**TABLA 2**

**Coefficientes geoquímicos del granito del Trasquilón (Cáceres)**

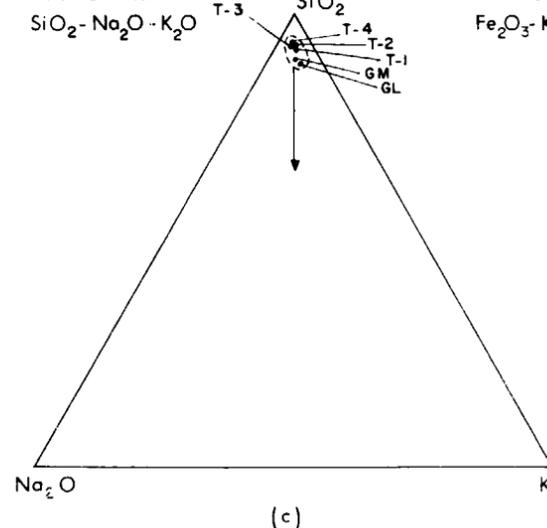
Número de muestra	K/Rb (1)	Sr/Rb	Mg/Li (2)	Al (3)		Na <sub>2</sub> O (4)	I. D.
				$\frac{Ca}{Na+K+\frac{Ca}{2}}$	$\frac{Na_2O}{Na_2O+K_2O}$		
T-1	37.99	0.1126	4.59	1.95	0.7261	0.4654	88.8
T-2	30.17	0.0588	3.51	1.85	0.6909	0.4530	90.57
T-3	33.56	0.0285	2.21	1.70	0.9931	0.5435	91.39
T-4	30.7	0.05	4.66	1.87	0.7973	0.4887	88.74
T-5	33.1	0.1139	7.48	1.79	0.7836	0.4844	86.41

(1) Según STAVROV et al. (1969), TISCHENDORF (1977).  
 (2) Según BEUS y SITNIN (1968).  
 (3) Según SHAND (1950).  
 (4) Según TAUSON (1977).

**DIAGRAMA**  
SiO<sub>2</sub>-Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-FeO+MgO+CaO



**DIAGRAMA**  
SiO<sub>2</sub>-Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O



**DIAGRAMA**  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O-MgO

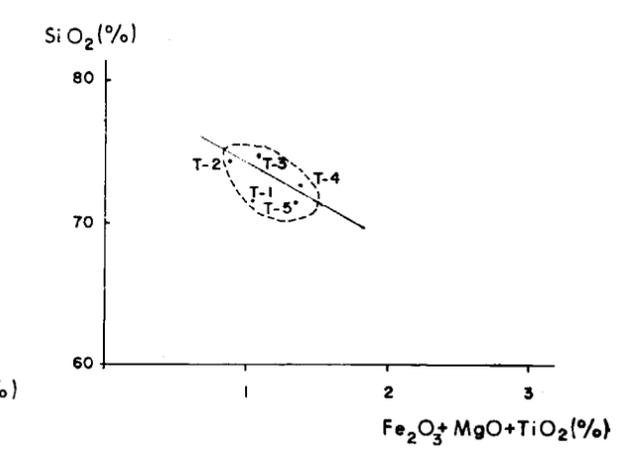
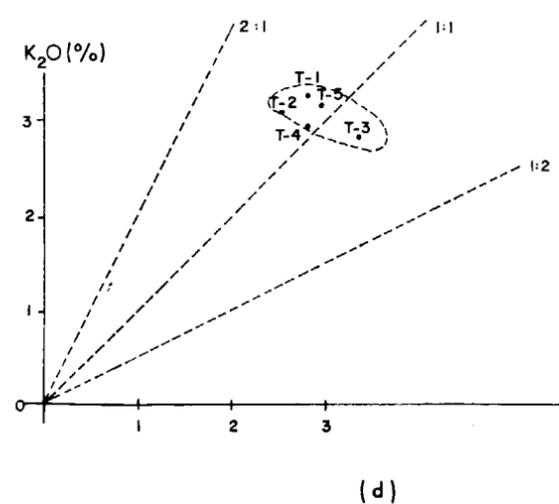
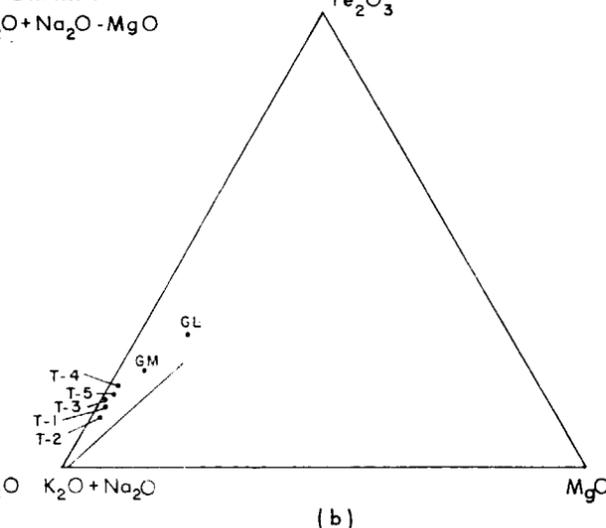


Figura 2.—Diagramas geoquímicos de elementos mayores.

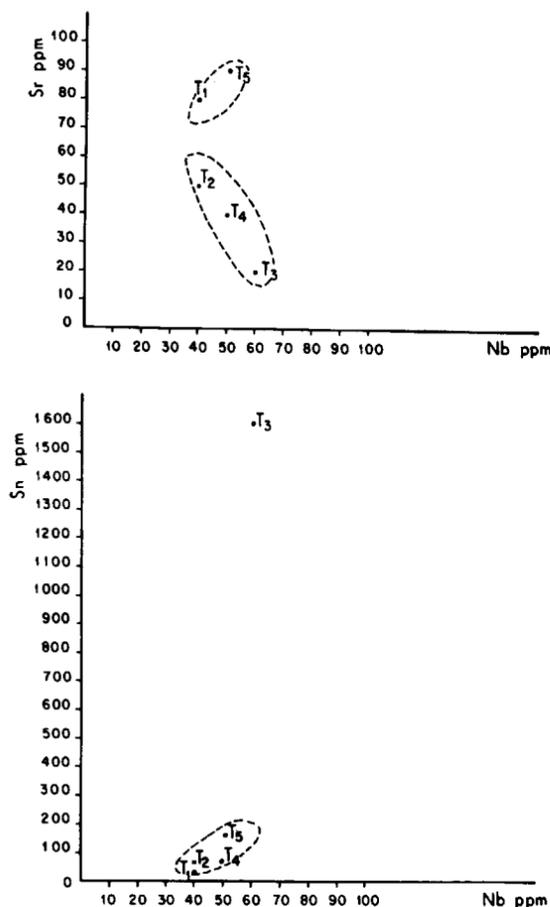


Figura 3.—Diagramas de correlación de Sr, Sn y Nb.

(tabla 2), de forma que se puede suponer que derivan de rocas peraluminicas.

Los valores obtenidos muestran características de los granitoides tipo «S» de CHAPPELL y WHITE (1974), lo que viene corroborado también por los bajos valores de la relación Na/K (tabla 2).

- El coeficiente  $\frac{Na_2O}{Na_2O + K_2O}$  (TAUSON, 1977) de-

limita que todas las muestras analizadas entran dentro del campo de los granitos agpaíticos (T-3), granitos plumasíticos, leucogranitos con metales raros (T-2) y granitos alcalinos con metales raros (T-4 y T-5).

• También se han empleado los coeficientes Sr/Rb, Na/K (factor de albitización) y el I. D. (Índice de diferenciación —Q+Ab+Or—) que completan el grado de especialización.

En el diagrama Q-Ab-Or (fig. 4a) se puede observar que todas las muestras caen dentro del campo de estabilidad de las aplitas y microgranitos s.l. Los valores más ricos en Sn (T-5 y T-3) coinciden con los más ricos en albita. Por otra parte, se observa la tendencia en la composición normativa de estas muestras, según los procesos de alteración postmagmática (diagrama Q-Ab-Or de STEMPROK y SKVOR, 1974). La tendencia general sigue la línea de los procesos de albitización, y en particular la muestra T-3 presenta un mayor coeficiente de albitización (relación Na/K=0.9931), así como un mayor I. D. (91.39). Los datos obtenidos concuerdan con la tendencia de los leucogranitos moscovíticos con Li de Cornualles estudiados por MANNING (1982).

En el diagrama Rb-Ba-Sr (fig. 4 b) se observa que todas las muestras caen dentro del campo de estabilidad de los granitos especializados. El coeficiente K/Rb (fig. 4 c y tabla 2) muestra valores comprendidos entre 30 y 37, propios de los granitos albitizados (albitización de la microclina) y metalogénicamente especializados.

Una de las relaciones más útiles para determinar el grado de especialización de un granito es la relación K/Rb frente a Rb (fig. 4d). De acuerdo con TISCHENDORF (1977), una relación K/Rb de 100 debe separar los granitos mineralizados en metales raros de los estériles, debido al incremento de la sustitución por Rb, que llega a alcanzar valores superiores a 500 ppm en dichas rocas. Por consiguiente, como se desprende de la figura 4d, seguramente los valores tan bajos de K/Rb (tabla 2) en algunas muestras se pueden explicar mejor por la sustitución del K por Na, que por el Rb, el cual se concentra en variedades más estériles. Por otra parte, esta tendencia sódica de estos leucogranitos albitizados (albititas) es típica de los granitos metalogénicamente fértiles.

Otros elementos indicadores de estos granitos estanníferos son los enriquecimientos en Rb, Li, Sn y Nb, junto con empobrecimientos en Ba y Sr (tabla 1). Esto, unido a los valores tan bajos de los coeficientes Sr/Rb y Mg/Li (tabla 2), confirman que el granito del Trasquilón es un granito peraluminoso normativamente, metalogénicamente especializado y fértil, ya que reúne todas las características establecidas por TISCHENDORF (1978):

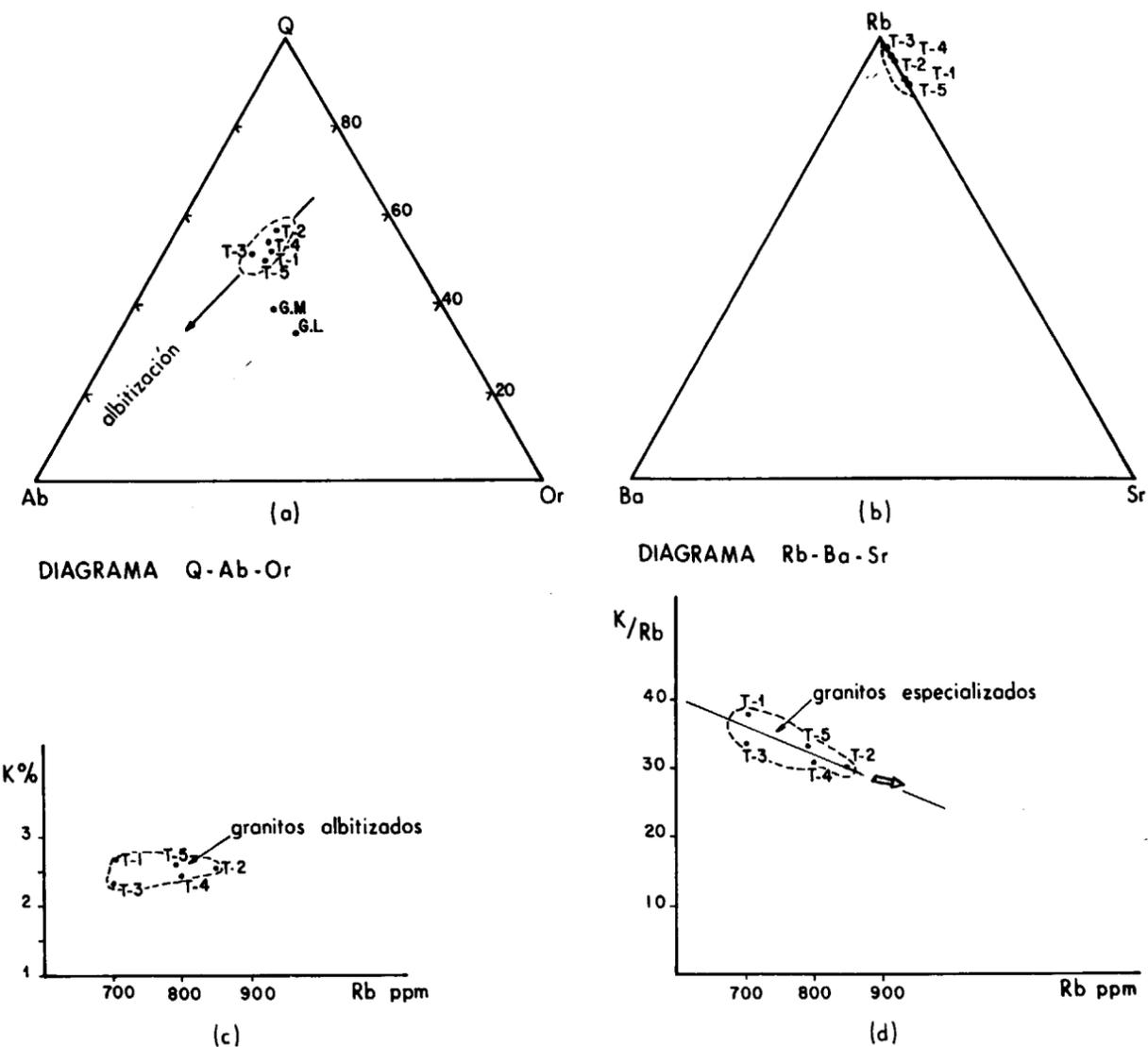


Figura 4.—Diagramas del grado de especialización.

- están confinados a los estadios medios y finales de una orogenia;
- tienen pronunciado carácter siálico, probablemente poligenético, y son intrusivos;
- están relacionados con las fases postcinemáticas e hipoabisales de los complejos intrusivos;
- están confinados a las partes apicales de los batolitos;
- tienen alto contenido en SiO<sub>2</sub> y K<sub>2</sub>O y bajo en TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO y CaO;
- presentan un enriquecimiento en ciertos elementos traza (Rb, Li, Sn y Nb) y empobrecimiento en otros (Sr y Ba);
- la composición mineral media permite clasificarlos como granitos agpaíticos, leucogranitos albiticos y granitos apliticos;
- asociación frecuente de casiterita, topacio y turmalina, así como columbita-tantalita como minerales accesorios;
- son evidentes en ellos los procesos tardimagmáticos de microclinización, moscovitización

y albitización, así como los procesos postmagmáticos de greisenización.

Finalmente, y con objeto de establecer comparaciones con otros granitos, en los diagramas triangulares también se han representado dos valores correspondientes a los granitos de Montánchez (G. M.) y Linares (G. L.) (tabla 3). De su comparación se desprende que el granito de Linares (G. L.) es el menos evolucionado y no presenta ningún tipo de especialización metalogénica para mineralizaciones de Sn-W. Asimismo, se observa que existen analogías entre el granito del Trasquilón y los datos obtenidos por BOISSAVY-VINAU (1979) para los granitos de Montebrás (Francia) y para los del sector de Viseu en Portugal.

**TABLA 3**

**Análisis químicos y normas CIPW de los granitos de Linares y Montánchez**

Composición química de n=número muestras	Granitos Linares n=20	Granitos Montánchez n=68	Autores
	SiO <sub>2</sub> %	69.37	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.68	14.70	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.90	2.32	
TiO <sub>2</sub>	0.30	0.26	
CaO	2.12	0.80	
MgO	1.15	0.47	
Na <sub>2</sub> O	3.01	3.51	
K <sub>2</sub> O	4.99	4.44	
H <sub>2</sub> O	0.55	0.83	
Q	26.27	34.91	
Co	0.32	1.76	
Or	27.89	25.64	
Ab	25.37	30.04	
An	9.86	3.78	
Hy	5.98	1.43	
Ilm	0.52	0.48	
En	3.75	1.55	
Q	33.03	38.38	
Ab	31.90	33.42	
Or	35.06	28.19	

**Cálculo de la viscosidad**

El cálculo de la viscosidad se ha realizado para comprobar que el granito del Trasquilón, al tra-

tarse de un granito metalogénicamente especializado, se ha emplazado en niveles relativamente altos de la corteza y en un ambiente muy rico en volátiles. Por consiguiente, su viscosidad es menor que la de otros granitos cuyo emplazamiento es más profundo y además son estériles.

**TABLA 4**

**Coefficientes de viscosidad de las muestras de granito del Trasquilón a 680° C**

Número de muestras	Viscosidad
T-1	10 <sup>10,72</sup>
T-2	10 <sup>11,04</sup>
T-3	10 <sup>11,59</sup>
T-4	10 <sup>10,43</sup>
T-5	10 <sup>10,32</sup>

$\bar{X} = 10^{10,98}$

La viscosidad se ha calculado mediante la fórmula de SHAW:

$$\ln \eta = S \cdot \frac{10^4}{T} - C_T S + C_\eta$$

Siendo  $S = X_i (Si \cdot X_{SiO_2}) : (1 - X_{SiO_2})$  = parámetro obtenido a partir de la composición química.

- $C_T$  = constante = 1,50
- $C_\eta$  = constante = -6,40
- $\eta$  = viscosidad
- $T$  = temperatura absoluta

Estos cálculos se han realizado mediante un programa en BASIC de cálculo de viscosidad en un SHARP-PC-1500. Asimismo, se ha tenido en cuenta que un magma granítico no cristaliza bruscamente al final de su recorrido, sino que durante su ascensión ya han comenzado a cristalizar algunos minerales que van quedando dispersos en el resto de la masa. Precisamente, a la temperatura de 680° C, que es la que aquí se ha considerado, empiezan a cristalizar los minerales de mayor punto de fusión.

El valor medio de viscosidad obtenido para el granito del Trasquilón ( $\eta = 10^{10,98}$ ) es un poco más elevado que el obtenido por SAAVEDRA et al. (1974). No obstante, y comparando este valor con los obtenidos por los mismos autores para los granitos de Montánchez y Linares, se observa que la viscosidad del granito del Trasquilón es infe-

rior a la de los otros dos. Este dato, junto con sus diferencias petrográficas y mineralógicas, hace suponer que el granito de Linares, más viscoso ( $\eta = 10^{12,3}$ ) se emplazó a mayor profundidad que el de Montánchez ( $\eta = 10^{11,5}$ ), mientras que el granito del Trasquilón es el más epizonal y su emplazamiento se produjo en condiciones hipobisales.

Por consiguiente, se puede concluir que la viscosidad, junto con los anteriores datos geoquímicos, demuestran que un granito metalogénicamente fértil como el del Trasquilón se ha emplazado en niveles bastante altos de la corteza y en un ambiente muy rico en volátiles (F, B, Li, etc.), los cuales favorablemente pueden llegar a concentrar elementos como el Sn, Nb y Ta, y dar lugar a enriquecimientos beneficiables.

**LA MINERALIZACION**

La mineralización se presenta en tres formas diferentes:

- Casiterita diseminada en el granito greisenizado.
- En filones de cuarzo.
- En pegmatitas.

**Casiterita diseminada en el granito greisenizado**

La casiterita se encuentra diseminada en la facies de granito más evolucionado, en el que los procesos de greisenización, albitización y moscovitización han sido más intensos. Se presenta en forma de pequeños cristales idiomorfos y prismáticos maclados, de color negro, distribuidos irregularmente como un elemento más de la roca (greisen) (fig. 9.4), aunque a veces rellena fisuras y venillas de pequeñas dimensiones.

**En filones de cuarzo**

La casiterita se presenta también en filones y venas con potencias comprendidas entre 1 centímetro y 0,5 metros, rellenando fracturas en el granito encajante. Los bordes de los filones son aproximadamente paralelos y presentan un contacto neto con la roca, aunque a veces se observa

una pequeña salbanda micácea con desarrollo de moscovita en los bordes.

Morfológicamente constituye un stockwork (figura 9.5) con numerosos filoncillos de potencia variable, aunque con una dirección predominante N 10°-20° E y buzamientos subverticales (máximo 30%, fig. 5 b). También se observa otro sistema filoniano de dirección N-S y buzamiento subvertical (máximo 10-20%), y finalmente un sistema de menor importancia de dirección N 100°-110° E, con buzamientos de 50° hacia el N y S.

Los filones se concentran principalmente en el granito, aunque más escasos también se encuentran en la serie metamórfica encajante. Las potencias de estos filones son inferiores a las de aquellos que encajan en el granito, oscilando entre 1 y 10 cm. Se han relacionado los parámetros de potencia, dirección y número de filones (figura 5 c), observándose que los filones que encajan en el granito presentan mayores potencias y se distribuyen entre las direcciones N-S y N 20° E, mientras que los que encajan en las pizarras lo hacen entre las direcciones N 110° E y N 130° E.

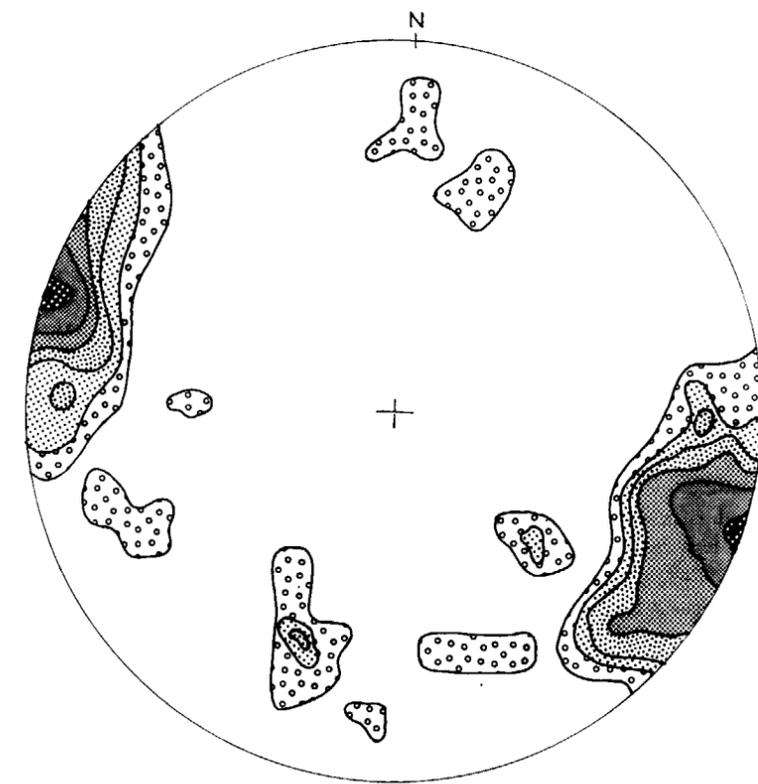
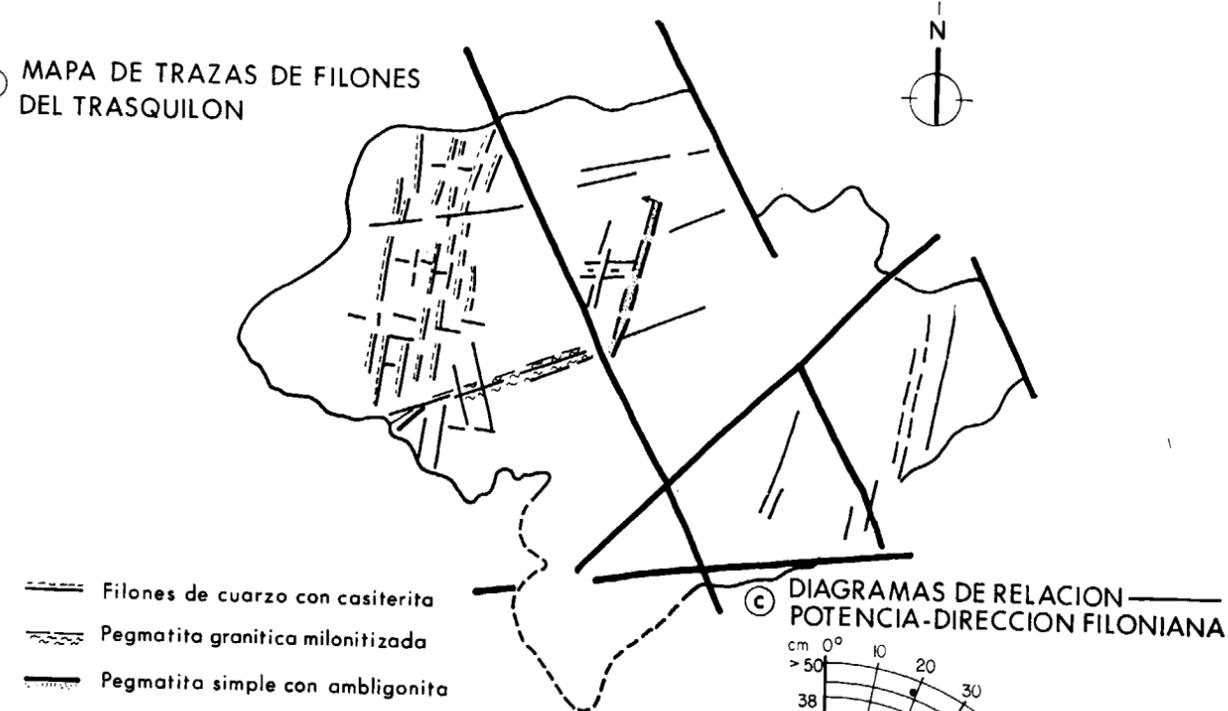
**En pegmatitas**

Las pegmatitas de dirección N 20° E (fig. 1), presentan ambligonita principalmente (fig. 9.6) junto con casiterita de carácter accesorio. En las pegmatitas de dirección N 80° E no se ha observado mineralización, aunque microscópicamente presentan intensos procesos hidrotermales, los cuales se han producido a favor de zonas de fractura. Mediante sondeos se ha comprobado también la existencia de otros cuerpos similares con las mismas características de deformación.

**CONTROL ESTRUCTURAL**

La mineralización del Trasquilón está relacionada con un stock granítico postcinemático y circunscrito, cuyo mecanismo de intrusión ha podido ser muy variado. El cortejo filoniano que acompaña a este tipo de cúpulas está controlado, por una parte, por el campo de tensiones local ligado al propio mecanismo de la intrusión, y por otra, al campo de tensiones regional. Como anteriormente se ha visto, los datos geoquímicos del granito y los valores de viscosidad obtenidos co-

a) MAPA DE TRAZAS DE FILONES DEL TRASQUILON



roborean que esta cúpula se emplazó en condiciones próximas a la superficie. Por consiguiente, según el modelo de RIBEIRO y PEREIRA (1982), el campo de tensiones ligado al emplazamiento de una cúpula de este estilo es el siguiente (fig. 6 b):

- Durante la fase de ascensión de la cúpula, el  $\sigma_3$  es vertical debido a la presión del magma ascendente, el  $\sigma_2$  es radial y el  $\sigma_1$  es tangencial. La presión de los fluidos es suficientemente elevada como para que se produzca fracturación y apertura de una red filoniana radial en torno al centro magmático.
- Cuando se llega al equilibrio entre la presión ascendente y la resistencia ofrecida por los materiales encajantes,  $\sigma_3$  tiene carácter radial,  $\sigma_2$  vertical y  $\sigma_1$  tangencial. La baja presión de los fluidos genera efectos de cizalla.
- Finalmente, cuando la cúpula entra en fase de solidificación (contracción), la tensión radial y la tangencial tienden a equilibrarse en la zona apical, y el  $\sigma_1$  queda vertical. En esta fase de relajación se generan grietas de tracción subhorizontales.

Según este modelo, y en base a las observaciones de campo, junto con los diagramas estructurales obtenidos, el control estructural de la mineralización ha podido seguir el siguiente esquema evolutivo: durante la fase de ascenso se origina un primer sistema de filones de dirección aproximada E-O que se traduce principalmente en zonas de fractura (pegmatites de dirección N 80° E). Posteriormente, los filones mineralizados en casiterita de dirección N 10°-20° E se instalarían durante la fase de equilibrio y a favor del campo de tensiones regional (N-S), como consecuencia de un  $\sigma_3$  radial que genera cizallas. Finalmente, se formarían filones subhorizontales, a favor de grietas de tracción durante la fase de relajación.

#### CARACTERES METALOGENICOS

Como el yacimiento del Trasquilón, desde el punto de vista petrográfico y metalogénico, pertenece a las mineralizaciones denominadas de «diseminación magmática» (SOO JIN KIM, 1979), en el estudio de la paragénesis y sucesión mineral se contemplan todos los minerales que constituyen el granito, además de los minerales hipogé-

nicos y supergénicos que componen la mena y la ganga del yacimiento (fig. 7).

*Minerales hipogénicos:* Casiterita, columbita-tantalita, arsenopirita, piritita, estannina, ambligonita, esfalerita, calcopirita y bismutina.

*Minerales supergénicos:* Varlamoffita, escorodita, calcosina, goethita y pirolusita.

*Minerales de la ganga:* Cuarzo, albita, moscovita, feldespato potásico y caolinita.

La casiterita es el mineral principal del yacimiento y se puede reconocer, en primer lugar, una casiterita precoz en forma de cristales milimétricos (entre 0,01 y 1 mm) de color negro, diseminados en la albita, los cuales frecuentemente están rotos y soldados por las posteriores venidas de cuarzo. Posteriormente, se encuentra otra casiterita filoniana, generalmente de mayor tamaño que la anterior, que se presenta como granos alotriomorfos o subidiomorfos con maclas frecuentes y ligero pleocroísmo. Estos granos de casiterita aparecen en fisuras, o en bordes de granos de cuarzo, adoptando a veces disposiciones intersticiales.

A veces, se observan pequeñas inclusiones de rutilo en casiterita, y de un mineral más reflectivo que por sus características ópticas y análisis mediante M. E. (tabla 5) se ha identificado como columbita-tantalita (fig. 10.1). También se encuentra este mineral rellenando fisuras en la casiterita. Asimismo, se observan diminutos cristales que coinciden con los del rutilo, que pueden ser tapiolita  $(Ta, Nb)_2O_6Fe$ . Por último, aparece una casiterita coloforme (estaño xiloide) (figs. 10.2/10.3) de aspecto botroidal y finamente cristalina, que se presenta en masas arriñonadas, con bandas claras y oscuras alternantes. Se trata de una casiterita de origen hidrotermal y de baja temperatura.

La arsenopirita aparece en masas alotriomorfas, asociada a cuarzo cataclástico y rellenando fisuras y huecos en la casiterita y el cuarzo (fig. 10.4).

La estannina es un mineral abundante en el yacimiento. Se presenta en masas alotriomorfas en los filones y rellenando fisuras en la casiterita (fig. 10.5). Contiene inclusiones de esfalerita y accesoriamente de calcopirita y bismutina. Se ha comprobado mediante análisis por M. E. (tabla 5) que se trata de una estannina zincífera,

Figura 5.—Mapa de trazas filonianas y diagramas estructurales del Trasquilón (Cáceres).

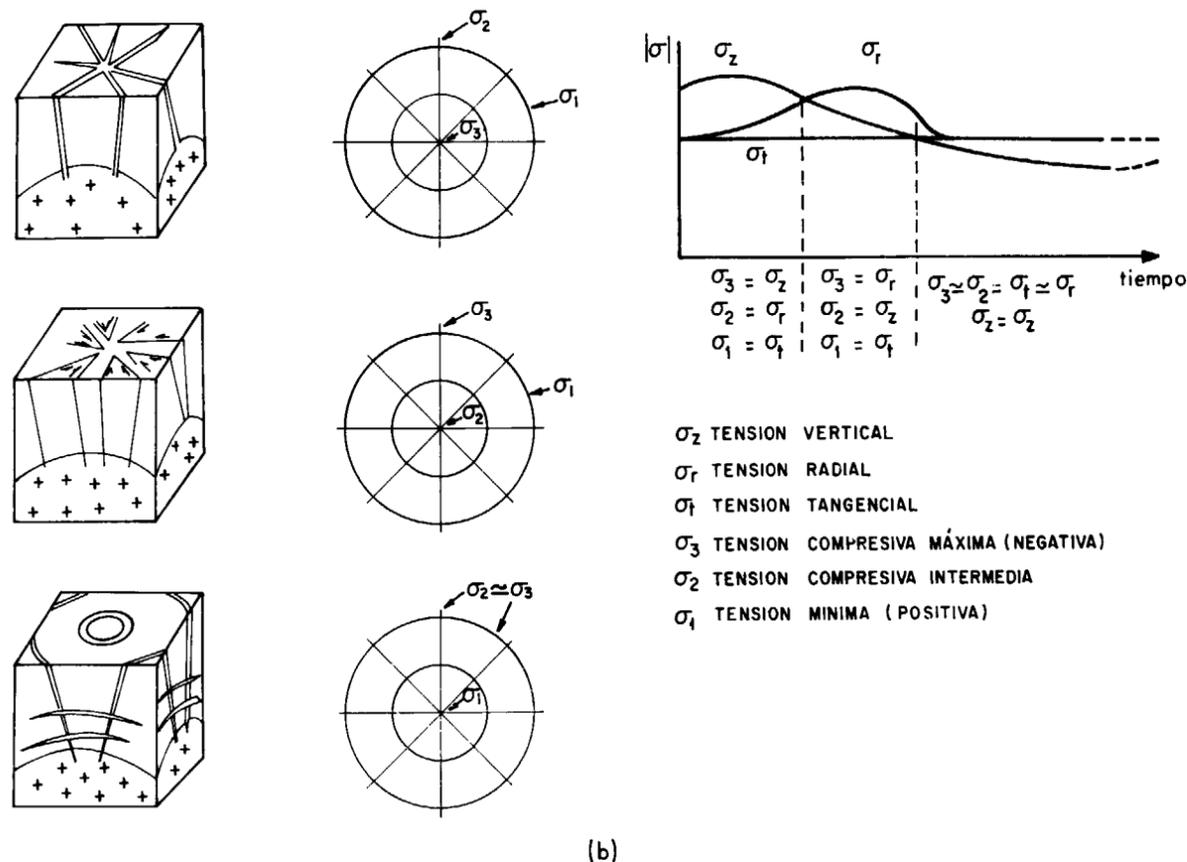
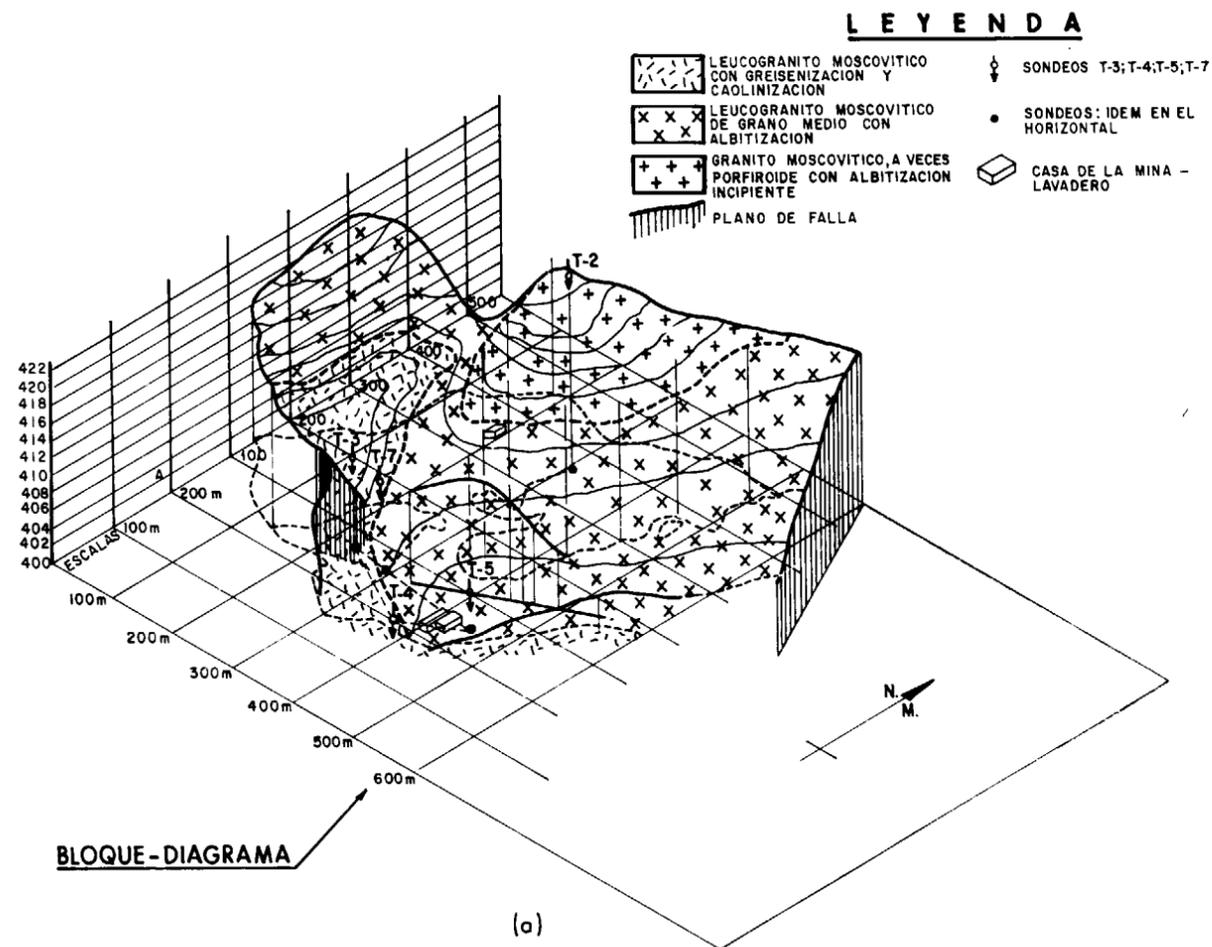
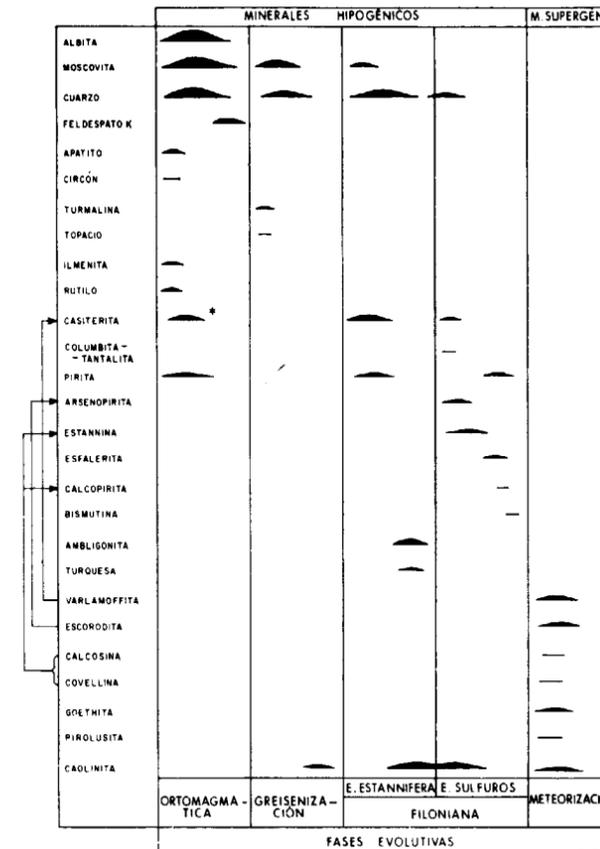


Figura 6.—a) Sección isométrica de la parte occidental de la cúpula granítica del Trasquilón.—b) Evolución del campo de tensiones relacionadas con la instalación de una cúpula granítica posttectónica.



R=Reemplazamientos.

\*=El espesor del trazo, proporcional a la abundancia de minerales en el yacimiento, se ha exagerado en aquellos que tienen mayor interés metalogénico.

Figura 7.—Paragénesis y sucesión mineral del yacimiento del Trasquilón (Cáceres).

pero no llega a ser kosterita, ya que su relación Fe/Zn es igual a 3.54, e IVANOV y PJATENKO (1959) establecieron que es kosterita cuando la relación Fe/Zn es <1. La fórmula obtenida a partir de los resultados de la M. E. es la siguiente:  $S_{4.90}Fe_{1.01}Cu_{2.54}Zn_{0.28}Sn_{1.24}$ . Proyectando su composición molar en el diagrama de PETRUCK (1973) (figura 8) resulta que efectivamente la muestra cae dentro del campo de estabilidad de las estanninas ricas en Zn, con una temperatura teórica de formación de 137,5° C. La posibilidad de utilizar estas estanninas como geotermómetros fue propuesta por SPRINGER (1972). Por otra parte, teniendo en cuenta el diagrama de fases (fig. 8), se confirma que la estannina y kosterita a bajas tempera-

turas son miembros separados de una serie de soluciones sólidas y minerales estructuralmente diferentes.

TABLE 5

Análisis por microsonda (% en peso) de la columbita-tantalita y de la estannina rica en Zn del Trasquilón (\*)

Elementos	% peso	% óxido
Nb	28,50	40,77
Ta	38,95	47,56
Fe	5,42	6,97
Mn	2,92	3,76
Ti	0,56	0,94
O	23,66	0,94
TOTAL	100,00	

Análisis realizado por dispersión de energías.

Elementos	% en peso		% atómico	
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
S	29,12	28,69	49,22	48,87
Fe	10,47	10,40	10,16	10,17
Cu	29,71	29,69	25,34	25,52
Zn	3,28	3,58	2,71	2,99
Sn	27,46	26,99	12,54	12,42
TOTAL	100,06	99,37	100,00	100,00

Los patrones utilizados fueron calcopirita para S, Fe y Cu y los respectivos elementos puros para Sn y Zn. Las líneas utilizadas han sido las K $\alpha$  excepto para el Sn, que ha sido la L $\alpha$ .

(\*) Análisis efectuados en los laboratorios del IGME por el Dr. Martín Fernández, en una microsonda ARL/semq 2 (ángulo de emergencia  $\alpha=52,5^\circ$ ), a un potencial acelerador de electrones de 20 KV y una intensidad de corriente de 20  $\eta$ A.

La pirita, aunque existe de carácter precoz, su deposición continúa hasta fases tardías, y lo hace rellenando fisuras en la casiterita.

Hay que resaltar la importancia de la ambligonita con turquesa en esta paragénesis. La ambligonita se presenta en forma de láminas macladas (fig. 10.6) con brillo vítreo y nacarado, y en filones pegmatíticos acompañando a la casiterita.

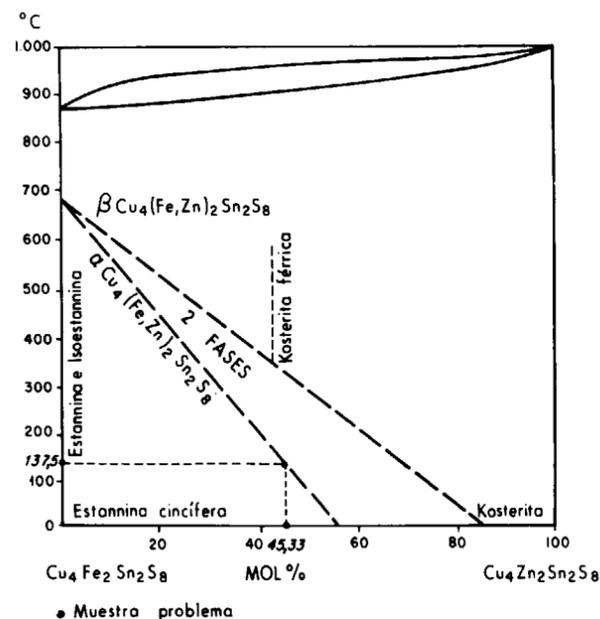


Figura 8.—Diagrama de fases propuesto para el sistema  $Cu_4Fe_2Sn_4S_8-Cu_4Zn_2Sn_2S_8$ .

Los principales minerales supergénicos son varlamoffita (\*), Sn, Fe (O,OH)<sub>2</sub>, óxidos de Fe y Mn, así como calcosina, covellina y escorodita, que reemplazan a la casiterita, piritita, estannina, calcopirita y arsenopirita, respectivamente.

Las gangas que acompañan a la mineralización durante todo el proceso evolutivo del granito son: albita, moscovita, feldespato potásico y cuarzo, el cual aparece como variedades micro y criptocristalinas. Su deposición se acentúa durante las fases finales de la etapa mineralizadora, aunque aparece de forma precoz desde el comienzo de la deposición y continúa durante todas las fases: una anterior a los minerales de más alta temperatura, prolongándose su deposición con intensidad variable durante la totalidad de la fase de sulfuros.

La sucesión mineral del yacimiento (fig. 7) está de acuerdo con las diferentes fases evolutivas del granito. Los minerales de Sn, Nb, Ta (casiterita, columbita-tantalita, tapiolita) son los primeros en depositarse, seguidos de una etapa de sulfuros

(\*) Determinada mediante difracción y fluorescencia de R-X, contiene los siguientes elementos accesorios: As, U, Sr, Nb, W, Cu y Zn.

con la deposición más precoz de arsenopirita y estannina, y posteriormente de esfalerita, calcosina, calcopirita, bismutina y piritita. Esta secuencia de deposición se verifica para la mayoría de los yacimientos de Sn-W de Extremadura (GUMIEL, 1978, 1979 y 1981) y de Salamanca (ARRIBAS, 1979 y ARRIBAS et al., 1981).

#### MODELO GENETICO DEL YACIMIENTO

El modelo genético que aquí se propone para explicar el origen del yacimiento, se puede resumir y encuadrar dentro de la historia evolutiva del granito, en las siguientes etapas:

- Fase de cristalización inicial del granito (cristalización fraccionada), con cambio progresivo en la mineralogía de los acumulados.
- Fase de ascensión del cuerpo granítico y comienzo de la diferenciación. El magma se va saturando progresivamente en agua y volátiles, los cuales se van acumulando en el techo de la cámara magmática. Durante este proceso de emplazamiento diapírico se deforman las estructuras de las rocas encajantes, y debido a la presión del magma ascendente ejercida por los fluidos, se genera una red de fracturas radiales en torno al centro magmático. Las transformaciones físico-químicas que suceden en estas primeras fases de diferenciación dan lugar a la cristalización temprana de pegmatitas estériles.
- Fase tardimagmática como resultado de la cristalización final del magma. Se produce una saturación de agua que va a disminuir el grado de viscosidad del diferenciado, y se va a verificar el emplazamiento final de la cúpula en condiciones hipoabisales, cuando se llega a establecer el equilibrio entre la presión ascendente y la resistencia ofrecida por los materiales encajantes.

Con respecto a las condiciones iniciales, existe un brusco descenso de la presión, lo que produce la rápida liberación del agua y los volátiles y conduce a los procesos de microclinización y albitización. Se desestabilizan minerales como las biotitas y plagioclasas, y se liberan los elementos metalogénicos (Sn, Nb, Ta, Li), los cuales se van a concentrar mediante procesos geoquímicos insuficientemente conocidos en los leucogranitos

moscovíticos metalogénicamente fértiles. Por consiguiente, es en esta fase cuando el granito alcanza su especialización metalogénica, existiendo una relación directa entre la albitización y el desarrollo de la mineralización estannífera.

- Fase postmagmática en la que se desarrollan procesos de greisenización en el techo de la cúpula, que dan lugar a enriquecimientos locales en estaño. Durante esta fase final de la etapa mineralizadora principal y precediendo a la caolinización, se forman abundantes filones de cuarzo con casiterita y sulfuros de Cu, Sn y Zn. Estos leucogranitos albiticos (albititas) portadores de la mineralización muestran una fuerte coalinización, la cual es debida en parte a la acción de fluidos hidrotermales, que a temperaturas de 100-200°C y en medio ácido, destruyen los feldespatos y en parte a la meteorización.

Conviene resaltar que el menor número de manifestaciones filonianas con casiterita en las rocas encajantes de estos granitos albiticos, se explica por la impermeabilidad de las pizarras, lo que ha condicionado, en parte, que los fluidos mineralizadores hayan quedado atrapados en el techo de la cúpula granítica.

En suma, se considera que el proceso de cristalización fraccionada (GROVES y MCCARTHY, 1978) es uno de los principales mecanismos de forma-

ción de este tipo de depósitos. Los procesos de albitización que se desarrollan durante la fase tardimagmática suponen las condiciones físico-químicas más favorables para la especialización metalogénica del granito y consiguientemente para el desarrollo de mineralizaciones de casiterita. Como posibilidad final se puede recurrir al modelo de «fuentes infracorticales» de STEMPROK (1979), en el cual los granitos no son la fuente directa de los elementos metalogénicos, sino que aquéllos y la mineralización derivan de una fuente común profunda que radica en la zona infracortical. Probablemente, ningún modelo en particular puede explicar por sí solo todos los fenómenos geológicos que han tenido lugar en la formación del yacimiento, sino que hay que recurrir en algunos casos a la interacción de varios modelos e incluso a fenómenos más complejos.

#### TIPOLOGIA DEL YACIMIENTO Y CORRELACION CON OTROS SEMEJANTES

El yacimiento del Trasquilón encuadra en las siguientes clasificaciones propuestas por diferentes autores. Estas se basan principalmente en criterios mineralógicos, paragenéticos, petrográficos y geoquímicos, así como en la posición relativa de los yacimientos con respecto a la intrusión con la que están relacionados. A su vez, se tienen en cuenta criterios morfológicos y la alteración de los rocas encajantes (tabla 6).

TABLA 6  
Clasificación tipológica del yacimiento del Trasquilón (Cáceres)

	Tipos	Asociación	Autores
1 y 2	Pegmatitas estanníferas, stockworks y venas de cuarzo-casiterita.	—	SMIRNOV, en MAGAK'YAN (1968)
3	Cuarzo-casiterita del tipo greisen.	—	RUNDKVIST (1978)
ID	Yacimientos asociados a complejos intrusivos de carácter plutónico (estilo Erzgebirge).	—	TAYLOR (1978, 1979)
—	Pegmatitas sódico-líticas.	Na-Li	ARRIBAS (1978)
—	Microgranitos con casiterita-columbita.	K.Nb-Sn	ARRIBAS (1978)
—	Venas de cuarzo-casiterita.	q.Sn	ARRIBAS (1978)
II	Albitita-greisen.	—	GUMIEL (1981)
—(*)	Depósitos asociados a granitos anorogénicos.	Sn-Nb-U-Zn	BOWDEN (1978, 1982) KINNAIRD (1978)
2(*)	Yacimientos asociados a granitos anorogénicos (estilo Nigeriano).	—	TAYLOR (1979)

(\*) El yacimiento del Trasquilón no encuadra dentro de estos tipos, si bien tiene muchas analogías geoquímicas y mineralógicas con este tipo de depósitos, en los cuales se pone de manifiesto la relación entre la intensidad del proceso de albitización y la mineralización de casiterita.

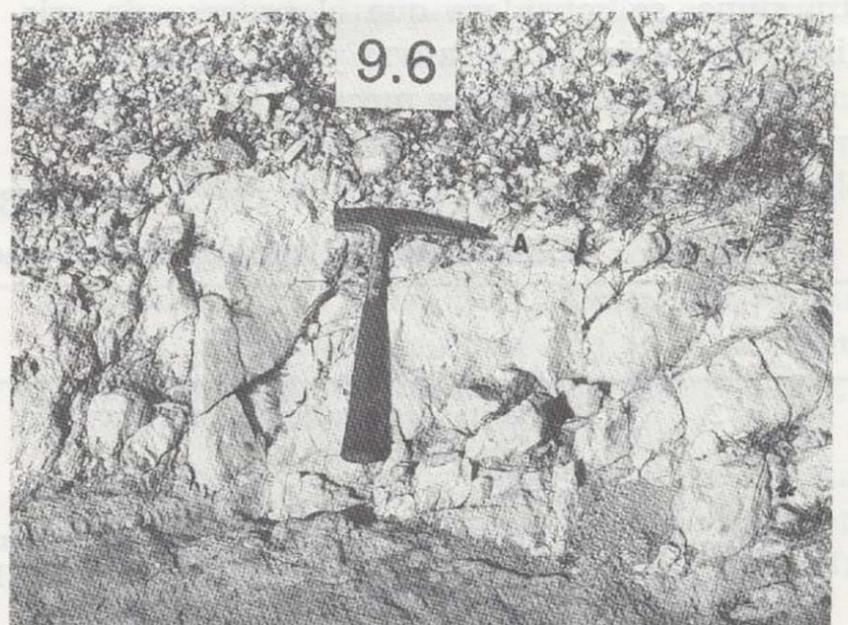
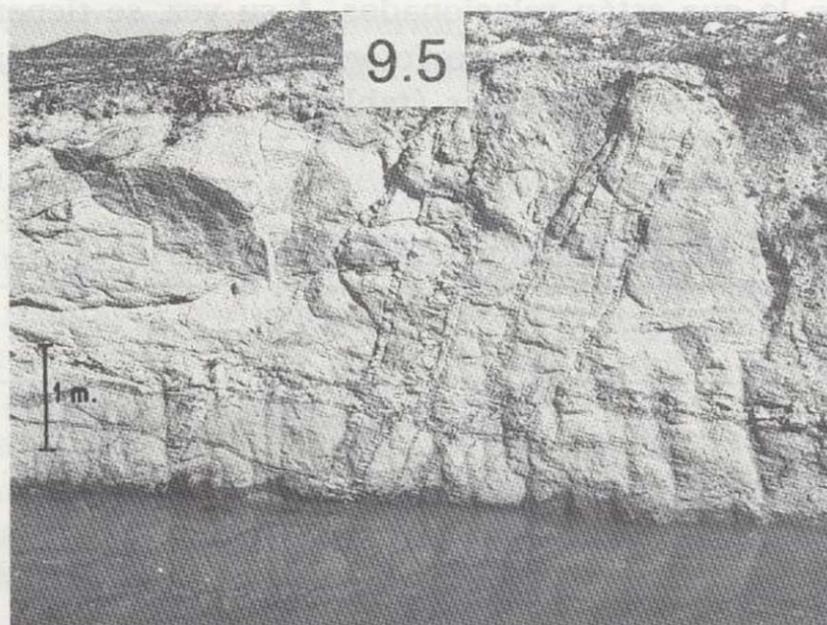
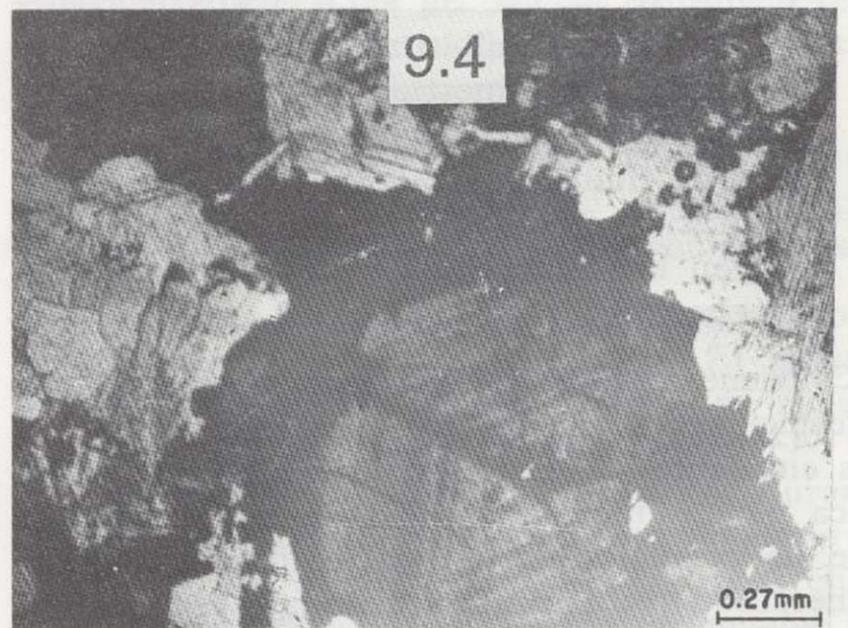
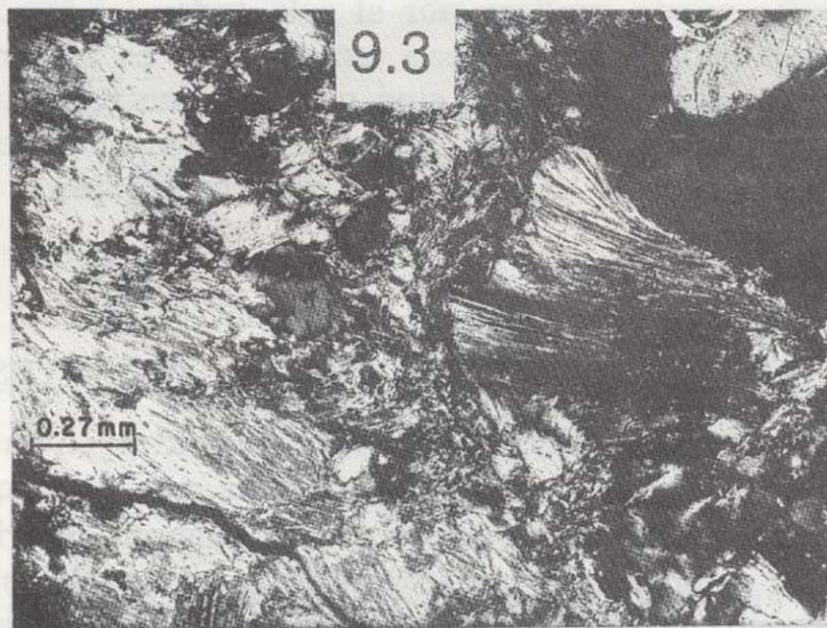
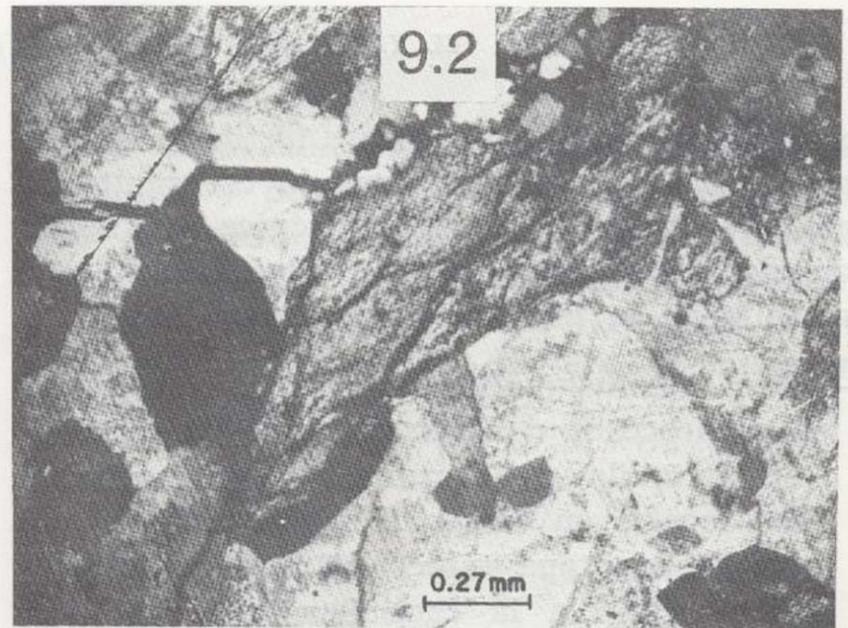
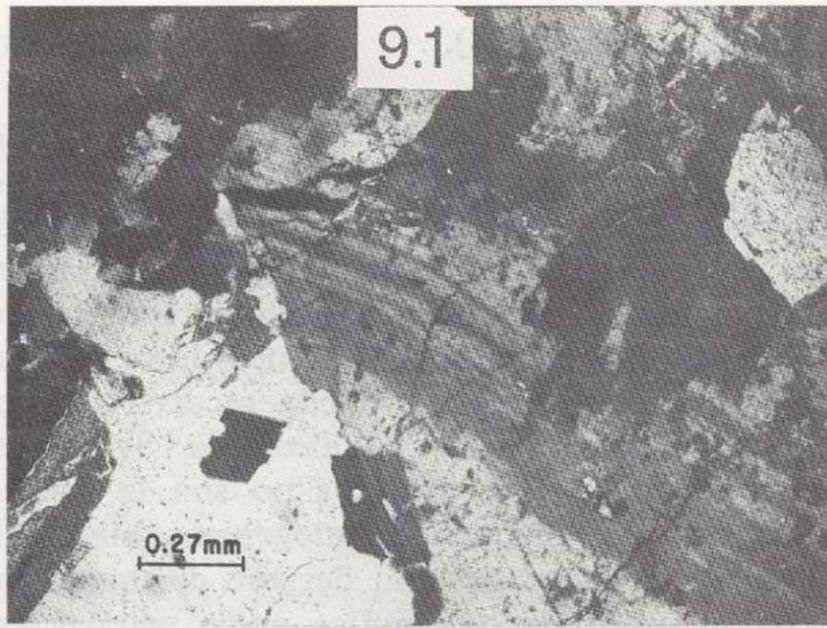


Figura 9

- 9.1. Leucogranito moscovítico con procesos de albitización. El feldespato potásico está parcialmente transformado en albita. L. Transm. N. C.
- 9.2. Pegmatita granítica con relictos de la roca encajante. L. Transm. N. C.
- 9.3. Micas plegadas y desflecadas en la pegmatita granítica. L. Transm. N. C.
- 9.4. Casiterita (negro) en granito greisenizado. Detalle de un cristal zonado. L. Transm. N. C.
- 9.5. Stockwork con mineralización de casiterita en leucogranito albitico.
- 9.6. Pegmatita con amblygonita (A) en leucogranito albitico.

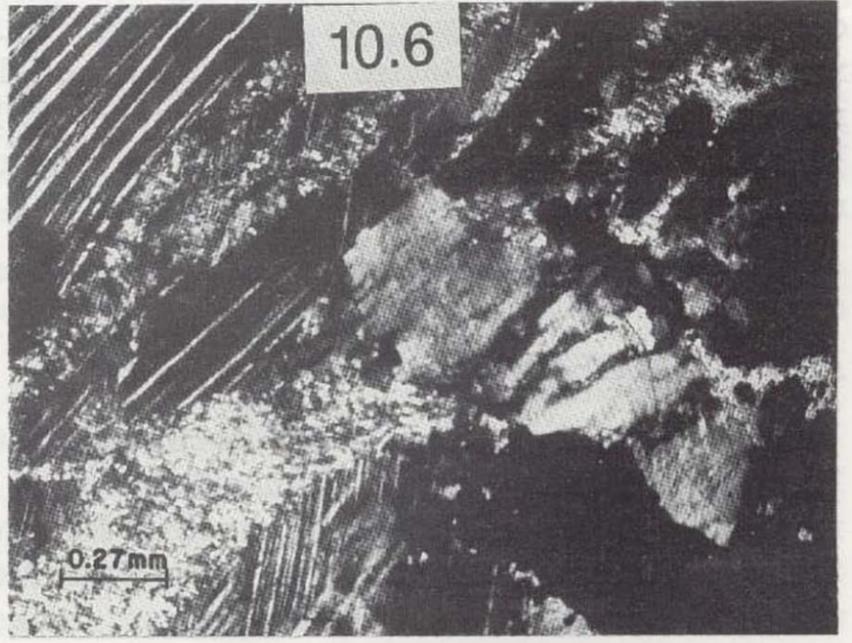
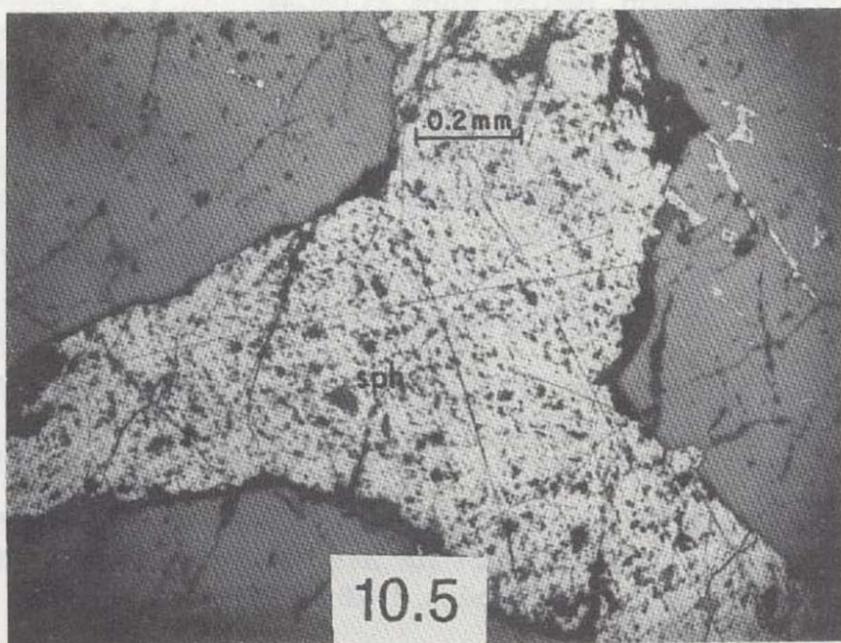
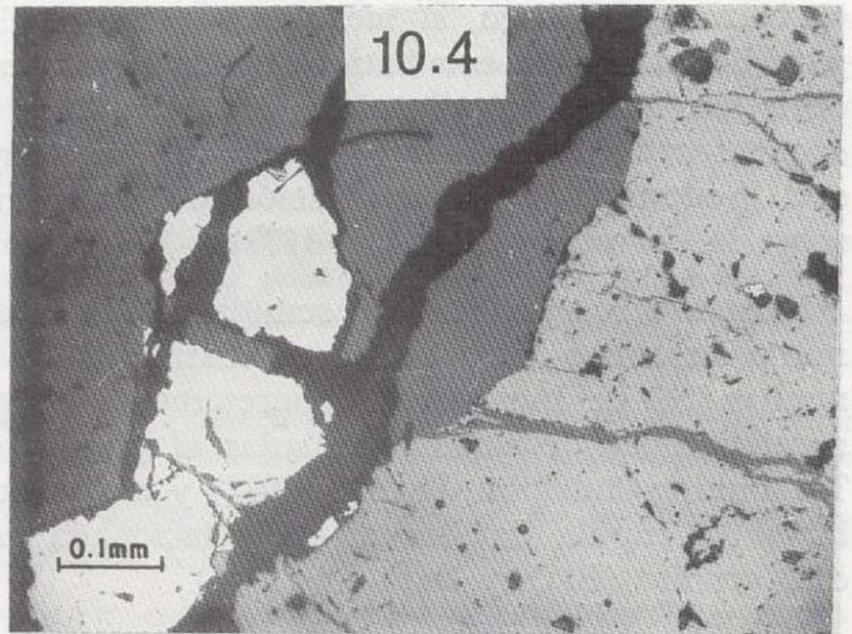
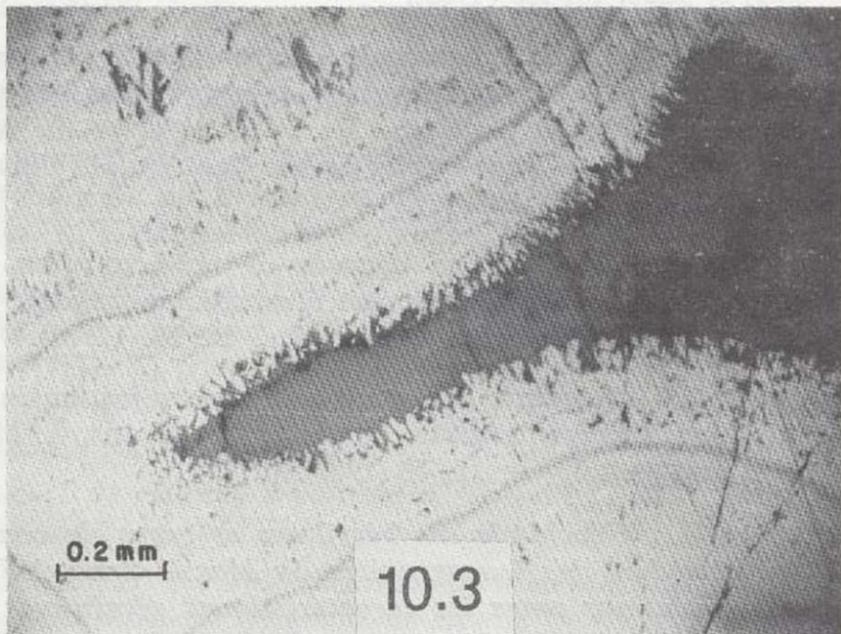
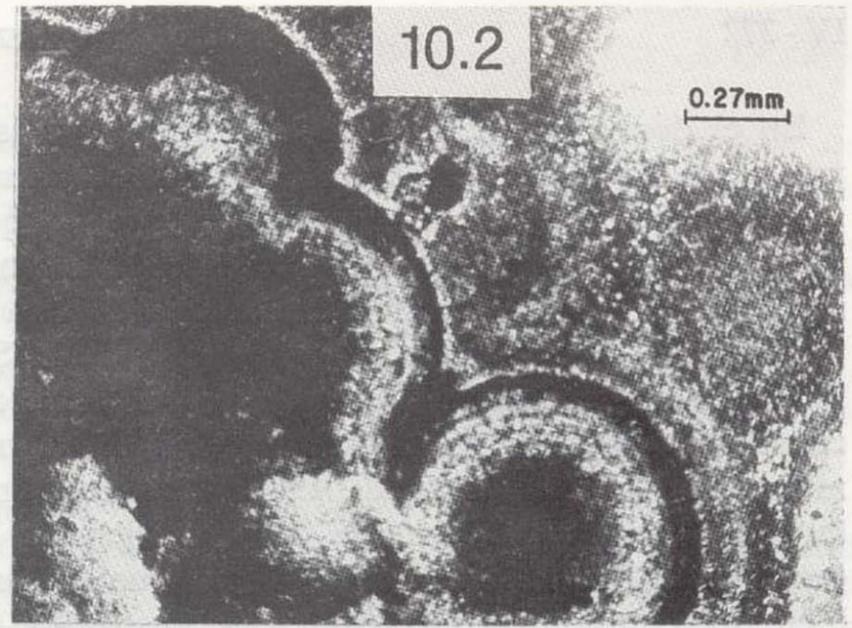
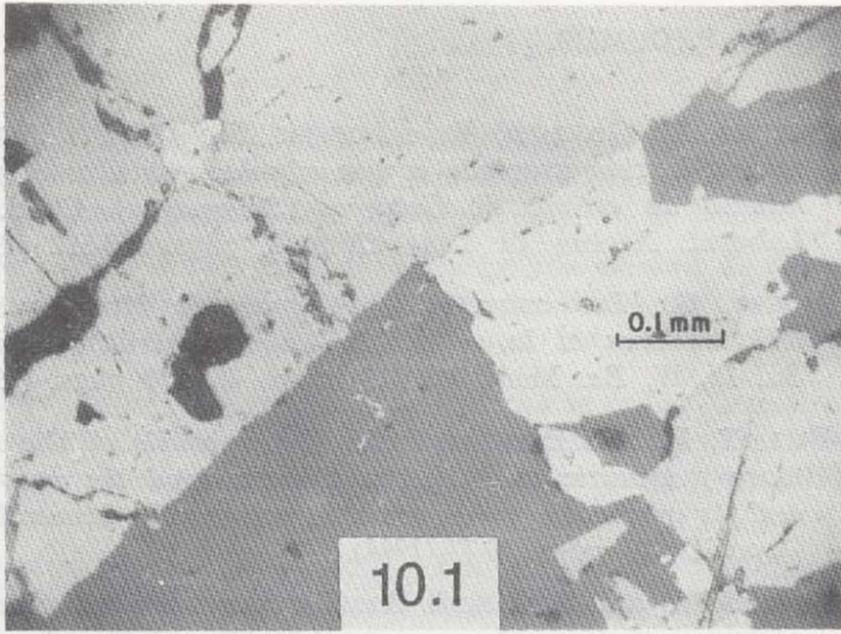


Figura 10

- 10.1. Columbita-tantalita (blanco) relleno de fisuras en la casiterita (gris medio) en ganga de cuarzo (gris oscuro). L. Refl. N. C.  
 10.2. Casiterita coliforme de aspecto botroidal (estaño xiloide). L. Transm. N. C.  
 10.3. Idem que la anterior. L. Refl. N. C.  
 10.4. Arsenopirita (blanco) relleno de fisuras y huecos en

- el cuarzo (gris oscuro). Obsérvese un grano más claro de estannina dentro de la casiterita (gris medio). L. Refl. N. C.  
 10.5. Estannina (gris claro) relleno de fisuras en casiterita (gris oscuro). Obsérvese un grano de esfalerita (sph) en la estannina. L. Refl. N. C.  
 10.6. Amblygonita maclada con cuarzo y sericita. L. Transm. N. C.

En el dominio hercínico de la Península existe una serie de yacimientos que presentan bastantes analogías con el del Trasquilón, por lo que se pueden considerar como pertenecientes al mismo tipo. En Galicia los yacimientos de Laza y Penouta, en Zamora la cúpula de Losacio, en Salamanca el yacimiento estannífero de Golpejas, constituido por varias láminas de un microgranito albitico (ARRIBAS et al., 1981) y en Extremadura la cúpula de Torrecilla de los Angeles y el granito de Portezuelo-Cañaveral, los cuales también presentan mineralizaciones de casiterita.

En Portugal existen mineralizaciones análogas en la zona de Viseu, si bien, aunque no se dispone de un análisis estadístico completo, se puede decir que el mayor porcentaje de yacimientos se encuentra en la zona de exocontacto, de forma que predomina la mineralización de wolframio sobre la de estaño (THADEU, 1973).

Existen otros yacimientos semejantes en el dominio hercínico europeo en el distrito de Cornualles (SO de Inglaterra), concretamente las mineralizaciones de estaño asociadas al granito de Tregonning-Godelphin (STONE, 1982) y en particular a la cúpula de Bosworgey relacionada con este granito (BALL y BASHAM, 1984).

Finalmente, en el Macizo Central francés existen analogías entre este yacimiento y los asociados a la cúpula de Montebrás (AUBERT, 1969; BURNOL, 1974), y en el Macizo Armoricano, con las mineralizaciones de casiterita del distrito de La Villeder y las formaciones sodolíticas de Tréguenec (CHAURIS, 1981).

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los doctores Martín Fernández, Martín Rubí y Hernández Laguna la realización de los análisis. Igualmente a Eduardo Seijas, a Esteban de la Cruz y a María Pilar Martín Gil, la preparación de las muestras, delimitación y mecanografía del texto.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARRIBAS, A.: *Mineral paragenesis in the Variscan metallogeny of Spain*. Stvdia Geologica, XIV, págs. 223-260 (1978).
- ARRIBAS, A.: *El yacimiento de tungsteno de Barruecopardo*. Bol. Geol. y Min., 91, págs. 3-11 (1979).

ARRIBAS, A.; GONZALO, F., e IGLESIAS, M.: *Génesis de una mineralización asociada a una cúpula granítica: el yacimiento de estaño de Golpejas (Salamanca)*. Cuad. do Laborat. Xeolox. de Laxe, núm. 3, págs. 563-592 (1981).

AUBERT, G.: *Les coupoles granitiques de Montebras et d'Echassieres et la genese de leurs mineralisations en Sn, Li, W, Be*. Mém. BRGM, núm. 46, 349 págs. (1969).

BALL, T. K. and BASHAM, I. R.: *Petrogenesis of the Bosworgey granitic cusp in the SW England tin province and its implications for ore mineral genesis*. Mineralium Deposita, 19, págs. 70-77 (1984).

BEUS, A. A. and SITNIN, A. A.: *Geochemical specialization of magmatic complexes as criteria for the exploration of hidden complexes*. Proc. XXIII Int. Geol. Congr. Prague, 6, págs. 101-105 (1968).

BOISSAVY-VINAU, M.: *Processus géochimiques de concentrations liés a l'évolution de magmas granitiques. Application aux filons a Sn-W du Massif Central et du Nord Portugal*. These 3eme cycle. Labo. Geol. Appl. Univ. P. et M. Curie, Paris, inédit (1979).

BOWDEN, P.: *Geochemical aspects of the evolution and mineralization of the Nigerian Mesozoic anorogenic granites*. Stvdia Geológica, XIV, págs. 183-188 (1978).

BOWDEN, P.: *Magmatic evolution and mineralization in the Nigerian Younger granite province*. Ed. Evans, A. M. in MAWAM, vol. 6, págs. 51-63 (1982).

BURNOL, L.: *Géochimie du béryllium et types de concentrations dans les leucogranites du Massif Central Français. Relations entre les caractéristiques géochimiques des granitoides et les gisements endogènes de type départ acide (Be, Li, Sr) ou de remaniement tardif (U, F, Pb, et Zn)*. Mém. BRGM, núm. 85 (1974).

CALDERÓN, S.: *Las ambligonitas de Cáceres*. Rev. Min. y Met., t. XXI (1903).

CHAPPELL, B. W., y WHITE, A. J. R.: *Two contrasting granite types*. Pacific Geology, 8, págs. 173-174 (1974).

CHAURIS, L.: *Una province stannifere: Le Massif Armoricain (France)*. Chronique de la Recherche Miniere, número 462, págs. 5-42 (1981).

GONZÁLEZ AGUADO, M. T.: *Estudio petrológico y metalogénico del yacimiento de Sn del Trasquilón (Cáceres)*. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.I.M. Madrid. Inédito (1982).

GROVES, D. I. and MCCARTHY, T. S.: *Fractional crystallization and the origin of tin deposits in granitoids*. Mineralium Deposita, 13, págs. 11-26 (1978).

GUMIEL, P.: *Geología y metalogenia del yacimiento de Sn-W de Torrecilla de los Angeles (norte de Cáceres)*. Bol. Geol. y Min., 89 (2), págs. 133-147 (1978).

GUMIEL, P.: *Estudio del yacimiento intragranítico de scheelita de La Lapa (Hernán Pérez - Cáceres)*. Bol. Geol. y Min., 190 (1), págs. 21-35 (1979).

GUMIEL, P.: *Essai sur la classification typologique des principaux gisements de Sn-W d'Estremadure (Espagne)*. Chronique de la Recherche Miniere, núm. 463, págs. 5-26 (1981).

IGME: *Fase previa para la investigación de minerales de Sn al sur de Cáceres (capital)*. División de Investigaciones Mineras. Inf. privado (1973).

IGME: *Fase intermedia de investigación minera de Sn-W en varias áreas de Extremadura (zona sur de Cáceres)*. División de Investigaciones Mineras. Inf. privado (1978).

IVANOV, V. V. y PJATENKO, Y. A.: *On the so-called Kesterite*. Zapiski Vse sojuznogo Mineral. Obscestva 88, págs. 165-168 (in russian; reference in Am. Mineralogist 44, 1329) (1959).

JACOBSON, R. and WEBB, J. S.: *The pegmatites of Central Nigeria*. Geol. Surv. Nigeria Bull., núm. 23 (1946).

KINNAIRD, J. A.: *Mineralization associated with the Nigerian Mesozoic ring complexes*. Stvdia Geológica, XIV, págs. 189-220 (1978).

MAGAK'YAN, I. G.: *Ore deposits tin*. International Geological Review, 10, págs. 108-121 (1968).

MANNING, D. A. C.: *An experimental study of the effects of fluorine on the crystallization of granitic melts*. Ed. Evans, A. M., in MAWAM, vol. 6, págs. 191-205 (1982).

PETRUK, W.: *Tin sulphides from the deposit of Brunswick Tin Mines Limited*. Canadian Mineralogist, 12, págs. 46-54 (1973).

RIBEIRO, A., y PEREIRA, E.: *Controles paleogeográficos, petrológicos e estruturais na génese dos jazigos portugueses de estanho e volframio*. Geonovas, vol. 1, núm. 3, páginas 23-31 (1982).

RUNDKVIST, D. V.: *Classifications of mineralizations related to acid intrusive magmatism*. Stvdia Geológica, XIV, págs. 149-160 (1978).

SAAVEDRA, J., y ARIBAS, A.: *Características y probable génesis de una estructura típica en granitos mineralizados de la provincia de Cáceres (España)*. Stvdia Geológica, VIII, págs. 125-132 (1974).

SAAVEDRA, J.; ARIBAS, A.; GARCÍA, A.; MORO, C.; PELLITERO, P., y RODRÍGUEZ, S.: *Relación entre las propiedades físicas y químicas de algunos granitoides del Centro Oeste de España y las mineralizaciones estanno-wolframíferas con ellas asociadas*. Tecniterrae, 2, págs. 20-26 (1974).

SHAW, H. R.: *Viscosities of magmatic silicate liquids: an empirical method of prediction*. Amer. Jour. of Sci., 272, págs. 870-893 (1972).

SOO JIN KIM: *Tin-bearing rock types in Korea*. Stvdia Geológica, XIV, págs. 221-222 (1978).

SPRINGER, G.: *The pseudobinary system Cu<sub>2</sub> Fe Sn S<sub>4</sub> - Cu<sub>2</sub> Zn Sn S<sub>4</sub> and its mineralogical significance*. Canadian Mineralogist, 11, págs. 535-541 (1972).

STAVROV, O. D.; STOLYAROV, I. S. and IOCHEVA, E. I.: *Geochemistry and origin of the Verkh-Iset granitoid massif in central Ural*. Geochem. Int., 6, págs. 1138-1146 (1969).

STEMPROK, M.: *Mineralized granites and their origin*. Episodes, vol. 1979, núm. 3, págs. 20-24 (1979).

STEMPROK, M. and SKVOR, P.: *Composition of tin-bearing granites from the Krusne Hory metallogenic province of Czechoslovakia*. Sb. Geol. Ved. Loziskova. Geol. Mineral., 16, págs. 7-87 (1974).

STONE, M.: *The behaviour of tin and some other trace elements during granite differentiation, West Cornwall, England*. Ed. Evans, A. M. in MAWAM, vol. 6, págs. 339-357 (1982).

TAUSON, L. V.: *Geochemical types and potential ore-bearing capacity of granitoids (in russian)*. Nanka, Moskva (1977).

TAYLOR, R. G.: *A classification of tin provinces*. Stvdia Geológica, XIV, págs. 171-181 (1978).

TAYLOR, R. G.: *Geology of tin deposits*. Ed. Elsevier. Paris. Amsterdam. 543 págs. (1979).

THADEU, D.: *Les gisements stanno-wolframitiques de Portugal*. Ann. Soc. Geol. Belgique, 96, págs. 5-30 (1973).

TISCHENDORF, G.: *Geochemical and petrographic characteristics of silicic magmatic rocks associated with rare element mineralization*. In MAWAM, vol. 2, published by the Geological Survey, Prague, págs. 41-96 (1977).

TISCHENDORF, G.: *Criteria for distinguishing normal granites from metallogenetically specialized ones*. Stvdia Geológica, XIV, págs. 145-148 (1978).

Recibido: Julio 1984.

# Evolución hidroquímica en el río Guadalhorce (Málaga, España)

Por J. BENAVENTE HERRERA (\*) y F. CARRASCO CANTÓS (\*\*)

## RESUMEN

Las principales modificaciones hidroquímicas que el río Guadalhorce (Málaga) registra en su curso alto y medio, son consecuencia del lavado de evaporitas, así como de la mezcla con aguas salobres procedentes de salmueras triásicas. En períodos de estiaje, este último proceso condiciona tanto la facies como la elevada salinidad de las aguas que se recogen en el embalse de Guadalhorce-Guadalteba, utilizadas para riego y abastecimiento en la parte baja de la cuenca. La aplicación del análisis factorial resulta de utilidad en la interpretación de los datos, al sintetizar y/o complementar los resultados obtenidos a partir de otras metodologías de investigación hidroquímica.

## ABSTRACT

The main hydrochemical changes shown by the waters of the river Guadalhorce (Málaga, Spain) along its medium and high course, are the result of its washing of evaporitic deposits as well as of mixing with brackish waters from triassic brines. During low-yields periods, the latter process conditions both the chemical facies and the high salinity of dammed waters, used for agricultural needs and human supply. Application of factor analysis is useful for complementing and synthetizing the results obtained from other methodologies of hydrochemical research.

## INTRODUCCION. RELACION QUIMISMO-LITOFACIES

El estudio de los diferentes factores que afectan al quimismo de las aguas del río Guadalhorce, antes de su regulación por el embalse de Guadalhorce-Guadalteba, ha sido objeto de algunos trabajos previos (ESCOLANO, 1974; COSSIO, 1976; CARRASCO, 1978). De manera general, y como demuestra el último de tales autores, el progresivo deterioro que afecta a la calidad química de las aguas superficiales está relacionado estrechamente con la litofacies de los materiales drenados por el curso principal y sus afluentes de mayor entidad.

En la figura 1 se esquematizan los principales

conjuntos litológicos aflorantes en el área investigada. Para más precisiones respecto al ámbito geológico en que se localiza esta investigación, nos remitimos al trabajo de PEYRE (1974).

Superpuestos a la tónica general de deterioro progresivo de la calidad química, existen otros efectos de carácter puntual, relacionados con aportes procedentes de manantiales fuertemente salinos (salmueras). Entre éstos destaca el existente en el estrecho de Meliones, que ha sido objeto de estudios detallados (CARRASCO, 1979; ESCOLANO, y CONEJO, 1981) tendentes a identificar y minimizar los efectos producidos por dicha salmuera sobre la calidad de las aguas embalsadas, que son usadas con fines agrícolas y de abastecimiento en la parte baja de la cuenca.

Desde el punto de vista hidrogeológico, los rasgos generales de la comarca del Alto Guadalhorce se encuentran resumidos en IGME (1980, 1981). De carácter más específico son los estudios efectuados por DELGADO y FERNÁNDEZ-RUBIO (1976),

(\*) Departamento de Hidrogeología. Universidad de Granada y Sección de Hidrogeología del Centro Coordinado de Geología del CSIC.

(\*\*) Servicio Geológico del MOPU y Departamento de Geología. Universidad de Málaga.

PORTERO y FERNÁNDEZ-RUBIO (1976) y THAUVIN (1981).

En la figura 1 incluimos la localización de los diferentes puntos de muestreo hidroquímico de las aguas superficiales, de cuyo estudio nos ocupamos. Como complemento, también disponemos de datos hidroquímicos obtenidos en unas cincuenta surgencias repartidas a lo largo de la cuenca. A partir del estudio comparado entre ambos tipos de aguas ha podido establecerse, por CARRASCO (1978), la relación entre quimismo y litofacies a que antes aludíamos, de acuerdo con el siguiente esquema de variación espacial:

- A) En el sector de cabecera (puntos 1 a 9) se recoge la descarga de acuíferos localizados en materiales calizo-dolomíticos jurásicos. De acuerdo con dicha procedencia, se trata de aguas bicarbonatadas cálcico-magnésicas de mineralización reducida (del orden de 0,5 g/l.). El paso del punto 9 al 10 corresponde a un tramo en que el río atraviesa

materiales triásicos con abundantes yesos, los cuales muestran intensa karstificación. Más adelante se recoge la descarga procedente del arroyo Marín (punto 14), cuya cuenca vertiente la integran casi totalmente materiales de características análogas; como consecuencia, las aguas superficiales pasan a ser sulfatadas cálcicas y su mineralización total se incrementa (valores superiores a 1 g/l.).

- B) En el sector central continúa el proceso anterior, lo que a su vez influye netamente en las aguas del acuífero detrítico de la vega de Antequera, debido al carácter influente del río (PORTERO y FERNÁNDEZ-RUBIO, 1976). El drenaje artificial de la laguna de Herrera (punto 20) aporta al río Guadalhorce reducidos caudales, caracterizados por su naturaleza sulfato-clorurada, con salinidad superior a 2 g/l.

- C) En el sector de las inmediaciones del em-

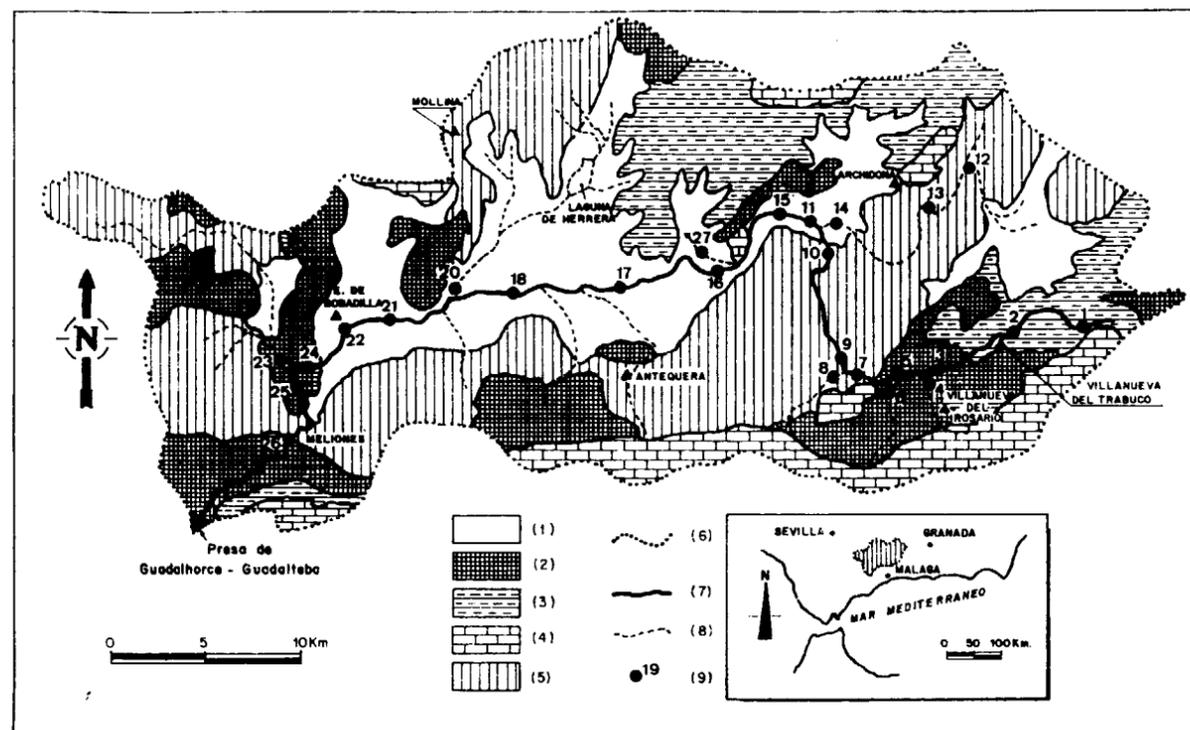


Figura 1.—Esquema geológico (simplificado de IGME, 1972 y 1973) y localización de los puntos en que se ha efectuado el control hidroquímico de las aguas superficiales. 1: Cuaternario; 2: Paleógeno-Neógeno; 3: Jurásico Superior-Cretáceo Inferior; 4: Jurásico Inferior; 5: Triás; 6: Límite de la cuenca estudiada; 7: Río Guadalhorce; 8: principales afluentes; 9: punto de muestreo y número de referencia.

balse se registra el incremento más apreciable en la mineralización de las aguas superficiales, debido a la existencia de masas salinas relacionadas con materiales triásicos. Tal ocurre con las aguas cloruradas sódicas, de salinidad superior a 5 g/l., que aporta el arroyo Tinajas (punto 23). No obstante, la mayor influencia en el deterioro de la calidad química de las aguas embalsadas, parece responder a un efecto de marcado carácter puntual, relacionado con la descarga del mencionado manantial de Meliones. Como consecuencia de la mezcla con esta salmuera, cuyo contenido en cloruros supera los 50 g/l., las aguas del río Guadalhorce alcanzan, en el punto 26, mineralizaciones cercanas a los 6 g/l. (CARRASCO, 1978).

Desde el punto de vista metodológico, y como complemento a otras técnicas hidroquímicas más convencionales, hemos utilizado el análisis factorial cuyo empleo suele ser cómodo en casos de interpretación hidroquímica (BENAVENTE *et al.*, 1983). El reducido número de variables consideradas (concentración en meq/l. de  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3H^-$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  y  $Na^+$ ) motiva que la estructura de los datos originales, consecuencia de la aplicación del análisis, aparezca muy marcada. Ello responde a las fuertes correlaciones que determinadas variables muestran entre sí, dado su origen hidroquímico común. Tal ocurre entre  $Cl^-$  y  $Na^+$ , así como entre  $SO_4^{2-}$ ,  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$ . Por ello, tan sólo tres factores retenidos explican más del 95 por 100 de la varianza total de los datos originales, en los dos tratamientos efectuados.

**ESTUDIO DE LA EVOLUCION HIDROQUIMICA**

**Rasgos generales**

El objetivo de esta investigación reside en el estudio de la variación hidroquímica en el río Guadalhorce, desde la época de aguas altas hasta el período de estiaje. Para ello disponemos de una serie de análisis químicos, obtenidos con periodicidad aproximadamente cuatrimestral, en cada uno de los puntos de control superficial señalados en la figura 1, para dos años hidrológicos: 1976/77 y 1977/78. El primero de ellos resulta más apropiado para nuestro estudio, ya que ofre-

ce un mayor contraste entre el período húmedo y el seco. En efecto, si atendemos a los valores medios de precipitación en la estación de Bobadilla (período 1950/82), se comprueba cómo el año 1976/77 ha sido ligeramente (del orden del 10 por 100) más húmedo que el año medio teórico. No obstante, mientras que la pluviosidad de los seis primeros meses ha sido un 35 por 100 superior a la media, las precipitaciones del resto del año han sido notablemente inferiores (cerca del 70 por 100) a los correspondientes valores medios.

De acuerdo con lo expuesto, el año 1976/77 presenta características muy favorables para ilustrar sobre la evolución hidroquímica de las aguas superficiales, ya que a un período de humedad abundante, con importante escorrentía, sucede otro de sequía relativamente acentuada que supone una apreciable reducción en el caudal circulante, tal y como se desprende de la figura 2. En dicha figura también se refleja el grado de concentración de las aguas circulantes, expresado mediante

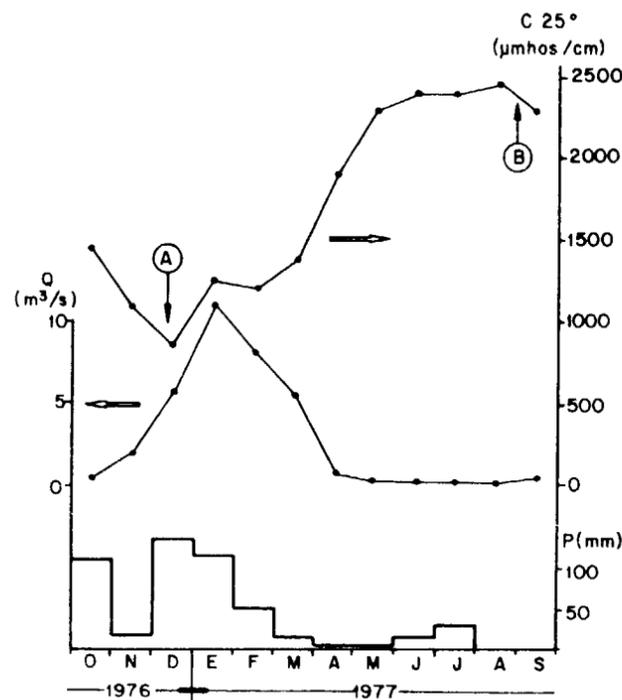


Figura 2.—Precipitaciones mensuales en la estación de Bobadilla, valores de caudal y conductividad eléctrica del río Guadalhorce en el extremo final del área investigada. A y B señalan las fechas de los dos muestreos hidroquímicos considerados en este trabajo.

la conductividad eléctrica de las mismas, y puede comprobarse cómo las dos fechas de muestreo seleccionadas en este estudio responden a las épocas en que los valores de mineralización alcanzan los valores extremos.

La distribución conjunta de los valores de conductividad obtenidos en ambos muestreos (figura 3) presenta un carácter trimodal. El primer máximo está en relación con las aguas procedentes de los acuíferos carbonáticos; el segundo, con la disolución de yesos triásicos; el tercero, con la mezcla de aguas procedentes de salmueras en las proximidades del embalse. En dicha figura es patente un desplazamiento relativo de estos tres máximos, en el sentido de incremento de la mineralización de las aguas que circulan durante el estiaje, respecto a las de la época de caudales altos. Tal relación inversa entre caudal y mineralización es un aspecto suficientemente comprobado en nuestros cursos de agua.

En la figura 4 representamos, de manera separada para cada registro, la evolución hidroquímica espacial en las proporciones aniónicas, a lo largo de una serie de puntos seleccionados en diferentes tramos del río Guadalhorce y de sus principales afluentes. Tanto para la situación de crecida como para la de estiaje, la evolución es similar. Se aprecia el aspecto, ya señalado, de que la variación hidroquímica de las aguas superfi-

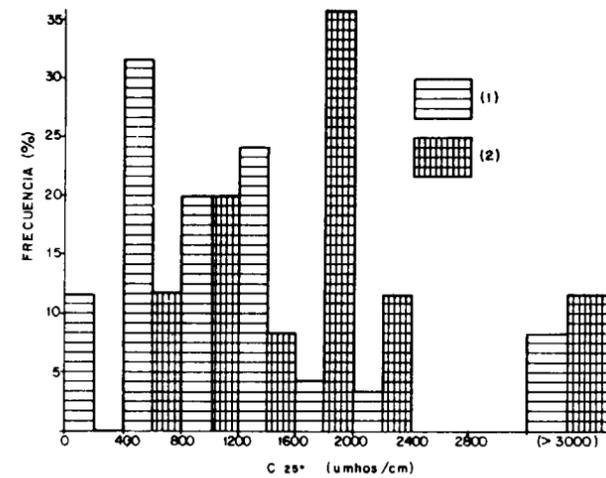


Figura 3.—Distribución de frecuencias de los valores de conductividad eléctrica de las aguas del río Guadalhorce en los muestreos de diciembre de 1976 (1) y septiembre de 1977 (2).

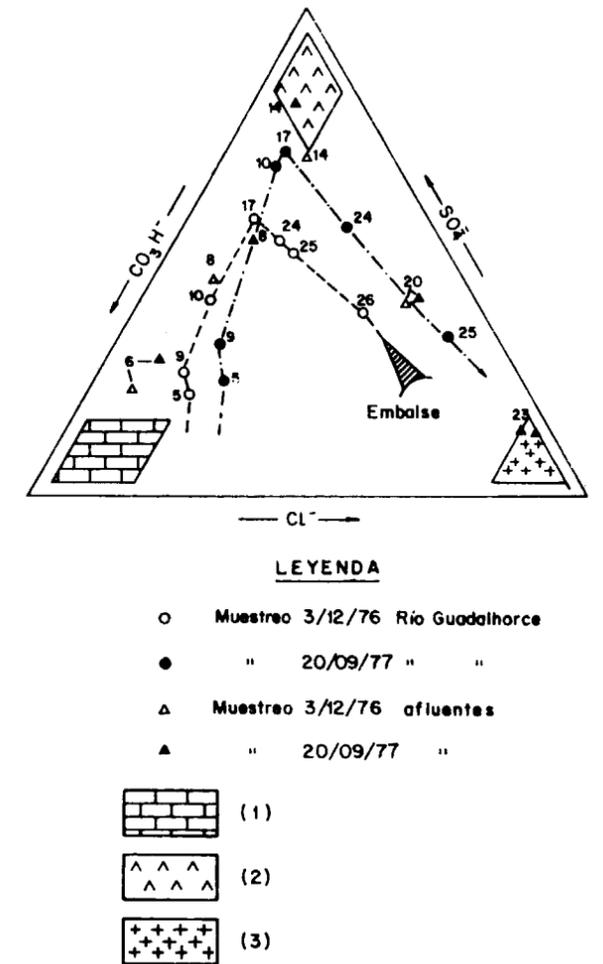


Figura 4.—Evolución de las proporciones aniónicas registradas en algunos puntos de la red de control hidroquímico superficial. 1: situación aproximada de las muestras obtenidas en manantiales que drenan materiales carbonatados jurásicos; 2: id. de muestras en relación con yesos triásicos karstificados; 3: id. de las muestras en relación con salmueras triásicas.

ciales está condicionada por los aportes subterráneos correspondientes a los tres principales conjuntos litológicos que integran el área estudiada.

De dicha figura se desprende, en el sector de cabecera (puntos 5 y 9), una ligera concentración en sulfatos y cloruros, entre ambos muestreos. En el sector central (puntos 10 y 17) la evolución responde a un incremento neto en la proporción de sulfatos, acompañada de apreciable reducción en la de bicarbonatos disueltos. En el sector pró-

ximo al embalse, la posición en el diagrama de los puntos 24 y 25 denota un importante enriquecimiento en cloruros, cuya proporción en el agua aumenta en detrimento de la de sulfatos debido, al igual que anteriormente ocurría para los bicarbonatos, a haberse alcanzado su límite de solubilidad. Carecemos de datos en el punto 26 para la situación de estiaje, por hallarse éste cubierto por la cola del embalse.

Las observaciones anteriores también son extensibles para la evolución de los principales afluentes del sector de cabecera: arroyos Parroso (punto 6), La Yedra (punto 8) y Marín (punto 14). Sin embargo, tanto el drenaje de la laguna de Herrera (punto 20) como el arroyo Tinajas (punto 23) no evidencian apenas variación, en sus proporciones aniónicas, durante el intervalo de tiempo analizado.

En lo relativo a mineralización del agua, la evolución del punto 20 representa una excepción a la tónica general ilustrada en la figura 3, ya que se aprecia una ligera reducción en el total de sales disueltas, en el período de estiaje, respecto a la época de crecida. Hay que tener en cuenta que en dicho sector, originalmente endorréico, tan sólo se produce el lavado de las evaporitas allí depositadas durante los períodos en que existe esorrentía superficial (meses de invierno). El exiguo caudal (inferior a 10 l/s., según CARRASCO, 1978) que circula por el punto 20 durante el estiaje, procede del drenaje del acuífero cuaternario que, con niveles bastante próximos a superficie, contiene aguas de mejor calidad química en general que las procedentes del lixiviado de sales tras las precipitaciones.

Hemos omitido la representación del campo catiónico del diagrama triangular, debido a la similitud que gran parte de los puntos (concretamente los de los sectores de cabecera y central) muestran en sus proporciones de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ , debido a su origen hidroquímico común, tanto relacionado con la disolución de materiales calizo-dolomíticos como evaporítico-yesíferos. Por lo demás, no son patentes fenómenos modificadores en la concentración de estos cationes, ya que el cambio de bases apenas influye sobre las aguas superficiales; tan sólo se detectan algunos procesos, difíciles de identificar con exactitud, relativos a disolución o precipitación de carbonato cálcico, que pueden imputarse a efectos de mezclas de aguas, bicarbonatadas y sulfatadas, con

$\text{Ca}^{++}$  como catión común, con la consecuente disminución en la solubilidad de las correspondientes sales.

Con la excepción del punto 20 (tal vez relacionada con la existencia de sales magnésicas en el área endorréica drenada), la relación catiónica  $r \text{Mg}^{++}/r \text{Ca}^{++}$  para todas las aguas analizadas en la cuenca es inferior a la unidad. Durante el primer muestreo, en el sector de cabecera es 0,2 (punto 5); más adelante (punto 9) se incrementa hasta 0,8 para, tras acusar la influencia de los terrenos yesíferos, mantener valores cercanos a 0,5.

Durante el segundo muestreo, salvo un proceso de disolución de carbonato cálcico apreciable en el sector de cabecera (relacionado tal vez con la mayor influencia relativa de los efluentes urbanos que confieren agresividad adicional al agua circulante), los valores de la relación  $r \text{Mg}^{++}/r \text{Ca}^{++}$  muestran escasa variación a lo largo del recorrido, manteniéndose igualmente próximos a 0,5.

De manera general, el contenido en sodio aumenta a lo largo de la cuenca, de la misma manera que lo hace el cloruro. En el muestreo de invierno, este catión no alcanza a dominar en las aguas del río Guadalhorce (ligeramente inferior al 40 por 100 en el punto 26). Entre los afluentes, tan sólo llega a ser mayoritario en el arroyo Tinajas (punto 23) dado que este curso recoge la descarga de varias salmueras en las que predomina, con mucho, dicho catión.

Durante el estiaje, las aguas del curso principal aumentan notablemente su contenido en sodio (en el punto 25 la proporción se incrementa del 18 al 54 por 100). Este aumento es neto en el caso del mencionado arroyo Tinajas, el cual supera los 3 g/l. de sodio disuelto, lo que representa más del 80 por 100 del total catiónico.

#### RESULTADOS DE LA APLICACION DEL ANALISIS FACTORIAL

En la tabla I incluimos la matriz de correlaciones entre las variables utilizadas, así como las correspondientes saturaciones para cada uno de los factores retenidos.

El factor 1 está determinado por las variables  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$  y, en menor proporción,  $\text{Cl}^-$

**TABLA I**  
**Matriz de correlación entre las variables consideradas y saturaciones de cada una de ellas en los tres factores retenidos; también se incluye la fracción de la varianza total explicada por cada factor.**

	VARIABLES						FACTORES		
	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^-$	$\text{CO}_3\text{H}^-$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	$\text{Na}^+$	1	2	3
$\text{Cl}^-$ ... ..	1,00	0,37	0,18	0,31	0,46	0,99	0,75	0,62	-0,24
$\text{SO}_4^-$ ... ..		1,00	-0,04	0,97	0,81	0,36	0,88	-0,45	0,03
$\text{CO}_3\text{H}^-$ ... ..			1,00	0,01	0,14	0,18	0,15	0,44	0,88
$\text{Ca}^{++}$ ... ..				1,00	0,72	0,30	0,83	-0,48	0,09
$\text{Mg}^{++}$ ... ..					1,00	0,43	0,86	-0,22	0,15
$\text{Na}^+$ ... ..						1,00	0,74	0,62	-0,24
% de la varianza explicada:							55,4	24,2	15,4

y  $\text{Na}^+$ . Puede pensarse que, desde el punto de vista genético, este factor representa la modificación hidroquímica del agua a su paso por evaporitas triásicas ya que, de acuerdo con la correlación, es proporcional a la mineralización en sulfato cálcico y cloruro sódico, al par que traduce una riqueza apreciable en magnesio. Es, además, un aspecto determinante en la evolución hidroquímica estudiada, ya que explica el 55 por 100 de la varianza original. De manera indirecta, debido a su proporcionalidad con las sales más solubles, puede considerarse el factor 1 como indicativo del incremento en la mineralización total del agua.

Aunque las variables  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  determinan, de manera no despreciable, al factor 1, se constata que éste no expresa la totalidad de las mismas. En efecto, mediante los cuadrados de las correlaciones múltiples variables-factores, se aprecia que  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  intervienen sobre todo en el factor 2 (paso de 0,56 y 0,54 a 0,94, respectivamente). Este factor discriminará, por tanto, entre aguas que disuelvan materiales salinos de aquellas otras que circulen sobre materiales yesíferos solubles.

La variable  $\text{CO}_3\text{H}^-$  está mal representada en el plano factorial 1-2. Sin embargo, esta variable caracteriza al factor 3, el cual representará la mineralización en bicarbonato.

La representación de los 50 datos analíticos (25 para cada muestreo) considerados en este ejemplo, sobre el plano factorial 1-2 (figura 5), ofrece una buena aproximación a la estructura general de los datos, ya que expresa el 79 por 100

de la varianza original. De acuerdo con esta figura, en el muestreo de invierno, es patente la evolución espacial desde el sector de cabecera hacia aguas progresivamente más salinas, procedentes del lavado de evaporitas. Estas aguas proceden de afluentes que drenan materiales yesíferos (arroyo Marín: puntos 12, 13 y 14), salinos (arroyo Tinajas: punto 23) o de naturaleza mixta (laguna de Herrera: punto 20). La diferenciación entre estos tres casos se efectúa en función de su situación respecto al factor 2.

La situación, en la figura 5, del punto 23 es relativamente anómala, debido a que retiene para sí los valores más elevados de ambos factores. Ello responde a una contribución excesiva de este punto a la inercia de la nube de los puntos experimentales: 0,17 (más de dos veces superior a los valores que vendrían inmediatamente después: 0,07).

Los puntos correspondientes al muestreo de estiaje muestran, a grandes rasgos, una estructura similar, aunque desplazados en su conjunto hacia posiciones que denotan mayor salinidad. La interpretación es análoga a la que resultaba para la figura 4. En el caso del punto 23 esta representación ofrece información adicional, ya que se aprecia un incremento relativo en la proporción de sulfatos respecto a los cloruros, que era poco patente en el diagrama triangular, debido a los elevados contenidos en este último anión. También se constata la anomalía en la evolución que muestra el punto 20, que ilustra sobre una reducción de salinidad en estiaje.

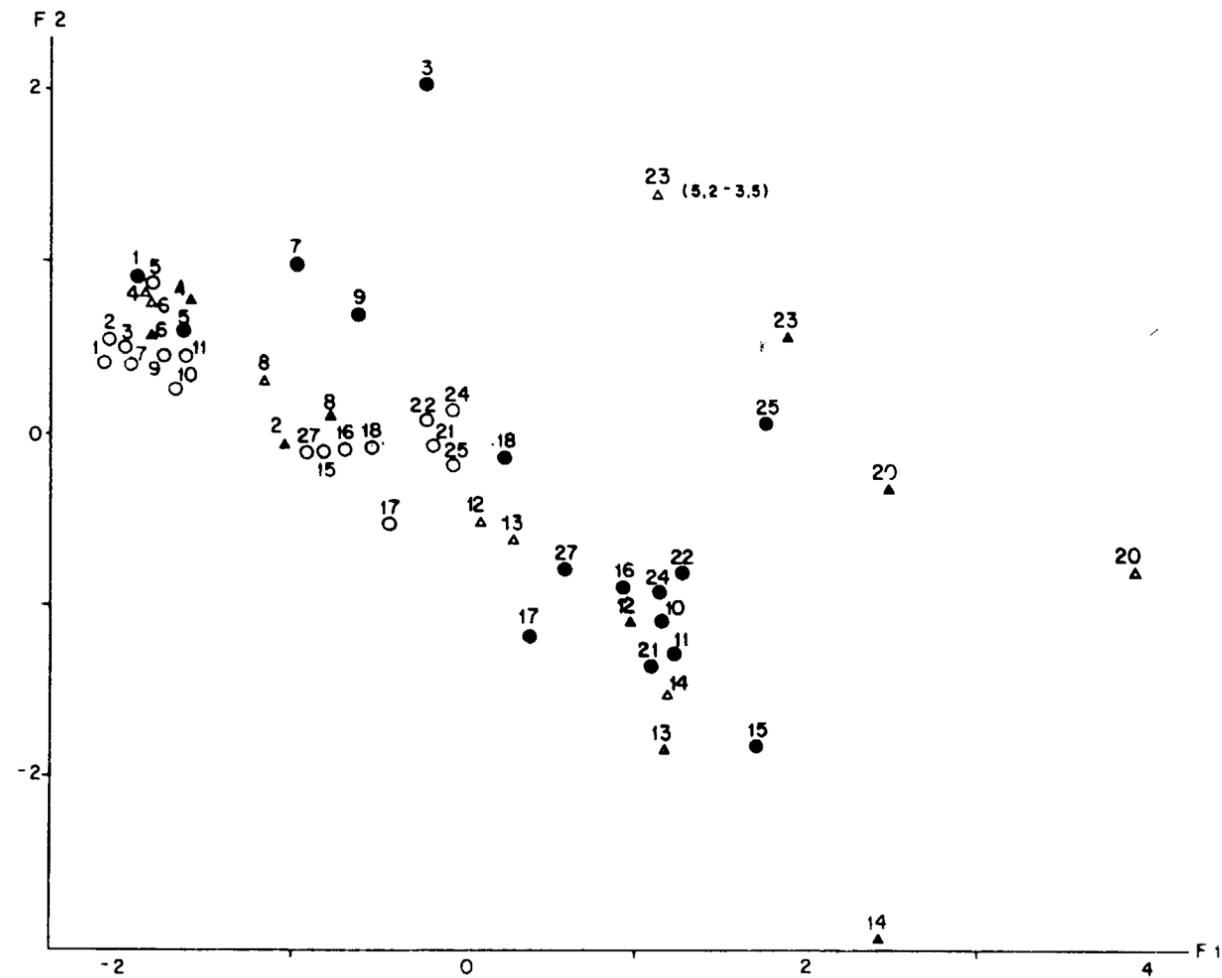


Figura 5.—Representación de las muestras obtenidas en los dos controles hidroquímicos, en el plano factorial 1-2 (mismos símbolos que en la figura 4). Junto a la muestra 23 se incluyen sus coordenadas reales, ya que el punto se sitúa fuera del diagrama.

La representación de los puntos en el plano factorial 2-3, ilustra sobre otros rasgos hidroquímicos, además de los aspectos que acabamos de describir, ya que responde del 40 por 100 de la varianza.

En este caso hemos optado por seleccionar, entre la totalidad de los puntos analizados, aquellos más representativos (los mismos que aparecen en la figura 4). En cada uno de ellos, la evolución hidroquímica queda ilustrada por medio del vector que une los puntos correspondientes a los dos muestreos realizados. El resultado se expresa en la figura 6 donde, para mayor claridad, también se han representado gráficamente las saturaciones de las variables sobre cada uno de los dos factores.

En el sector de cabecera, los puntos 5 y 6 muestran una evolución similar, que denota incremento en  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  y una disminución en  $\text{CO}_3\text{H}^-$ . El aumento neto en este último anión caracteriza la evolución registrada en el punto 9; las posibles causas han sido ya comentadas. Esta tónica también se hace patente a nivel de los puntos 8 y 10, los cuales atraviesan afloramientos yesíferos en diferente proporción (mayor en el segundo de ellos); por ello, los vectores correspondientes aparecen desplazados hacia los valores negativos del factor 2. Esta modificación es particularmente apreciable en el caso del arroyo Marín (14).

En el sector central, los puntos 17 y 24 registran, al igual que en el caso anterior, un incremento en el carácter sulfatado cálcico de las aguas circulantes durante el estiaje. Por las razones expuestas, la evolución del punto 20 es contraria a todos los demás.

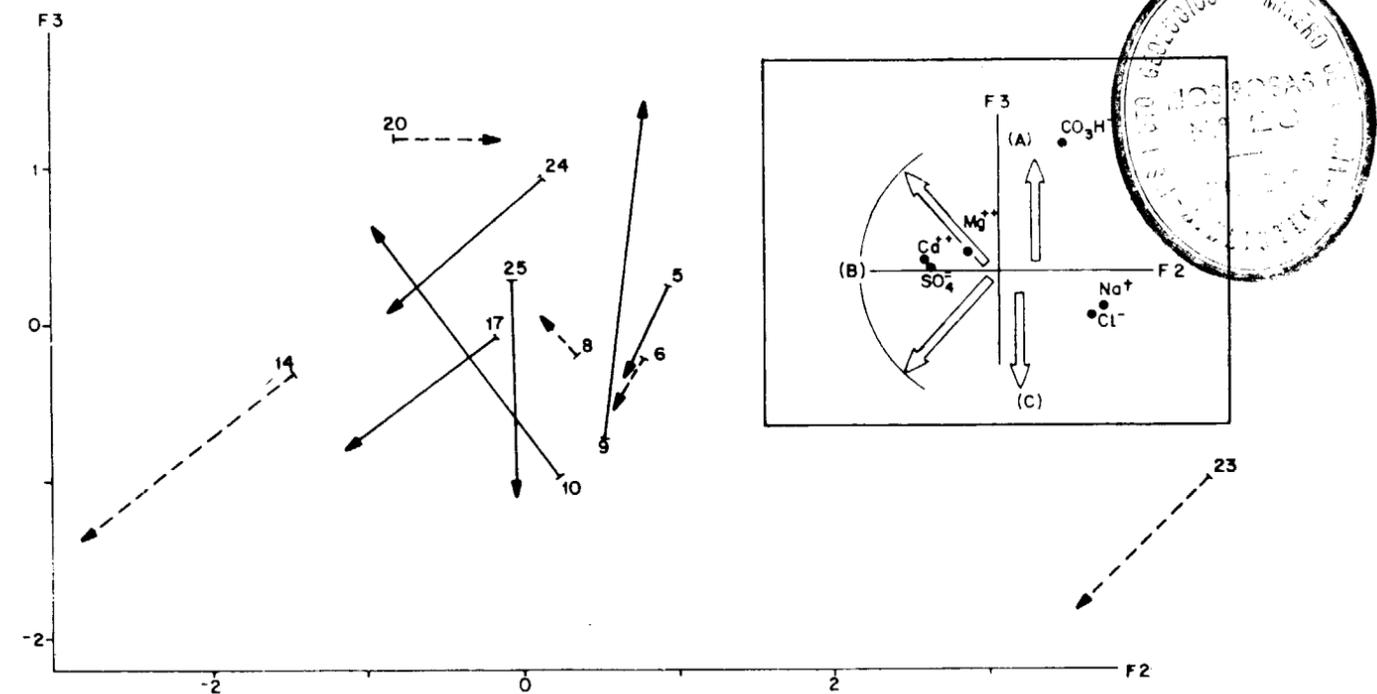


Figura 6.—Vectores de evolución hidroquímica (crecida-estiaje) representados en el plano factorial 2-3. El recuadro ilustra sobre las saturaciones de las variables en ambos factores. A: sector de cabecera; B: sector central; C: sector de las inmediaciones del embalse.

En el sector central, los puntos 17 y 24 registran, al igual que en el caso anterior, un incremento en el carácter sulfatado cálcico de las aguas circulantes durante el estiaje. Por las razones expuestas, la evolución del punto 20 es contraria a todos los demás.

Al igual que sucedía en el plano factorial 1-2, la posición del punto 23 denota una contribución excesiva a la inercia de la nube; su evolución, sin embargo, responde a un esquema similar al de los puntos anteriores, si bien se aprecia un mayor incremento en cloruros y sodio, aspecto que no aparecía con suficiente claridad en la figura 4. Ello traduce el efecto de las salmueras frente a los caudales relativamente reducidos que circulan durante el estiaje, los cuales, por otra parte, también denotan una concentración importante en sulfato cálcico. Esta modificación muestra su influencia más patente a nivel del punto 25; en este caso, el vector es prácticamente coincidente con el eje del factor 2 y registra una evolución neta hacia valores más negativos del factor 3. Ello implica un notable incremento en la concentración de  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  junto a una disminución en la de  $\text{CO}_3\text{H}^-$ .

## CONCLUSIONES

La evolución espacial del quimismo de las aguas del río Guadalhorce, en los sectores correspondientes a sus cuencas media y alta, está condicionada estrechamente por la litofacies de los materiales atravesados, debido al carácter soluble (evaporitas triásicas) de los materiales aflorantes en buena parte del área vertiente.

En este trabajo, se confirma la utilidad que ofrece el análisis factorial en la interpretación de datos hidroquímicos. Esta metodología ha sido utilizada para ilustrar la evolución del quimismo superficial a lo largo de un ciclo hidrológico (año 1976/77), al comparar los resultados de dos muestreos, uno en la época de crecida y otro en estiaje. Si bien, en términos generales, las conclusiones son similares a las obtenidas a partir del empleo de métodos convencionales de investigación hidroquímica, en determinados casos la aplicación de esta técnica suministra información adicional.

El reducido número de variables seleccionadas en este ejemplo (los seis componentes iónicos mayoritarios) motiva que la estructura del fenó-

meno investigado aparezca muy neta, debido a las altas correlaciones mostradas en algunas variables, por lo que tan sólo tres factores han bastado para explicar más del 95 por 100 de la varianza. El único inconveniente operativo reside en la coexistencia de aguas poco mineralizadas (drenaje de acuíferos kársticos) con otras notablemente salinas, relacionadas con salmueras triásicas; ello motiva que ciertos datos analíticos de estas últimas contribuyan de manera excesiva a la inercia del conjunto, al retener para sí valores elevados en alguno de los factores.

Desde el punto de vista hidroquímico, se constata cómo, a nivel de evolución espacial, el incremento en salinidad no es homogéneo ni progresivo a lo largo del cauce, sino que está relacionado, en primer lugar, por el paso a través de una franja triásica en la que existen abundantes yesos karstificados. La otra modificación importante se localiza en las inmediaciones del embalse de Guadalhorce-Guadalteba, merced a la influencia de algunos manantiales fuertemente salinos.

El paso del período de recarga al de estiaje produce un efecto general de concentración en las aguas superficiales, apreciable sobre todo en el incremento del contenido en sulfatos y cloruros. En el sector de cabecera, las proporciones de estos dos iones aumentan ligeramente, aunque las aguas mantienen su carácter bicarbonatado. En el sector central, el incremento en sulfatos es neto, y pasa a ser el anión dominante. No obstante, es en las salmueras triásicas donde se aprecian con más intensidad los procesos de concentración, cuyo efecto en las aguas del río Guadalhorce es el predominio neto de los cloruros sobre los sulfatos, situación que no se registraba en el período invernal. Esta circunstancia, además del cambio de facies hidroquímica, supone un apreciable aumento de la salinidad total del agua del río, desde 1 g/l. hasta casi 3 g/l.; más adelante, se alcanzan valores superiores a 6 g/l. debido al efecto de otras salmueras existentes en la inmediata proximidad del embalse, la más importante de las cuales (Meliones) se encuentra precisamente cubierta por el agua allí retenida.

## B I B L I O G R A F I A

- BENAVENTE, J.; ALMEIDA, C.; CASTILLO, A., y OLIVEIRA, M.: *Algunos ejemplos de aplicación del análisis factorial al tratamiento de datos hidroquímicos*. Hidrog. y Recursos Hidrául., IX:297-310 (1983).
- CARRASCO, F.: *Variación de la salinidad de las aguas del río Guadalhorce. Influencia de la litofacies*. Tecniterrae, 22:1-8 (1978).
- CARRASCO, F.: *Captación de manantiales salinos subacuáticos en el fondo de embalses: manantial de Meliones*. Hidrog. y Recursos Hidrául., IV:465-479 (1979).
- COSSTO, L.: *Salinidad y alpechines en un comienzo muy seco de la explotación del embalse del Guadalhorce*. XII Congr. Int. Grandes Presas. Rev. O. P., 3131:178-184 (1976).
- DELGADO, J., y FERNÁNDEZ-RUBIO, R.: *Aportación al conocimiento hidroquímico del Torcal de Antequera (Málaga)*. Hidrog. y Recursos Hidrául., II:1007-1022 (1976).
- ESCOLANO, A.: *La calidad de las aguas de los ríos Turón, Guadalteba y Guadalhorce en relación con sus aprovechamientos actual y futuro*. V Col. de Inv. sobre el agua. Docs. Inv. Hidrol. 17:97-121 (1974).
- ESCOLANO, A., y CONEJO, R.: *Eliminación y explotación del manantial salino de Meliones (Málaga), para evitar la salinización del río Guadalhorce*. Simp. Agua Andalucía, I:469-486. Granada (1981).
- IGME: *Mapa Geológico de España, escala 1:200.000. Hoja núm. 82. Madrid* (1972).
- IGME: *Mapa Geológico de España, escala 1:200.000. Hoja número 83. Madrid*. (1973).
- IGME: *Calidad de las aguas subterráneas en las cuencas del Sur de España*. Colecc. Informe: 33-44. Madrid (1980).
- IGME: *Investigación hidrogeológica en las cuencas del Sur de España (sector Occidental)*. Colección Informe: 65-69. Madrid (1981).
- PEYRE, I.: *Géologie d'Antequera et sa région (Cordillères Bétiques - Espagne)*. Inst. Nat. Agron. París. Thèse (1974).
- PORTERO, R., y FERNÁNDEZ-RUBIO, R.: *Estudio hidroquímico de las vegas de Antequera y Bobadilla*. Hidrog. y Recursos Hidrául. II:1111-1128 (1976).
- THAUVIN, J. P.: *Alimentación y descarga del macizo kárstico del Torcal de Antequera (Málaga)*. Simp. Agua Andalucía I:379-386. Granada (1981).

Recibido: Diciembre 1983.

## I N F O R M A C I O N

## Mineros destacados del siglo XIX

### Felipe Bauzá y Rábaxa (1802-1875)

Por J. M. LOPEZ DE AZCONA

## ANTECEDENTES FAMILIARES

De la noble familia Bausá, con casa solar en Mayá, pasó un segundón a Deyá, donde estableció el segundo solar del mismo apellido, al que perteneció Bartolomé Bauzá (cambio de la s en z); casado con María Cañas, natural de San Quintín de Mediona (Barcelona), los cuales fueron padres de Felipe Bauzá y Cañas, nacido en Palma de Mallorca (1769). Felipe, navegante y geógrafo, ingresó en la Real Armada (1789), fue colaborador activo de las inspecciones navales de Alejandro Malaspina y Mulazo (1754-1809) y posteriormente integrado en la expedición a Perú (1789-1794) de las corbetas «Atrevida» y «Descubierta». Fue autor de varias cartas geográficas de las costas y mares de América meridional y de la actualización de varias de las existentes, siendo considerada su cartografía como la mejor de las contemporáneas. También destacó en sus trabajos de nivelación. Fue Director del Depósito Hidrográfico (10 de septiembre de 1815), creado en Madrid (1797) por Carlos III, Diputado a Cortes por Mallorca (1822), emigrado a Londres por razones políticas, donde falleció (3 de marzo de 1834) con el empleo de Capitán de Navío.

Su esposa, María Teresa, natural de Madrid, era hija de Felipe Antonio Rábaxa y María Balastrieri, ambos naturales de Génova.

Este matrimonio tuvo en Madrid (12 de septiembre de 1802), entre otros hijos, a Felipe, nacido en la calle de Alcalá y bautizado en la Parroquia de San Sebastián, en función castrense, por pertenecer su padre a la Real Armada. En la documentación de la Comisión del Mapa Geológico, las pocas veces en que consignan su segundo apellido lo hacen erróneamente, Rávaxa.

## ESTUDIOS

Realizados los primeros estudios en Madrid, en ambien-

te familiar y en los centros docentes de la corte, pasa (1815-1819) al Colegio de Vergara, ingresando a fines del año 1819 en la Escuela de Caminos y Canales. Terminados los estudios, ingresa en el Cuerpo, comisionándolo (16 de marzo de 1822) a la nivelación del Canal de Campos. Se inscribe como miliciano de Madrid, agregándolo (26 de julio de 1823) a la 4.ª Brigada de Ingenieros del Ejército.

Con deseo de seguir otra orientación de mayor porvenir, decide ampliar sus conocimientos (1824-1828) en la Facultad de Ciencias de París, creada en 1808, donde destacaban dos eminentes químico-físicos y colaboradores, Louis Jacques Thenard (1777-1857) y Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-1850), cuando el primero investigaba sobre el agua oxigenada y sobre las propiedades de ciertos metales para favorecer las combinaciones de los fluidos elásticos, y el segundo, perfeccionaba sus técnicas de análisis volumétrico, coincidente también con la época en que Gay-Lussac dio entrada en la literatura científica a las voces: pipette, burette, acide normale.

## FORMACION MINERA

Regresa a España (1828) decidido a cursar la carrera de Minas, en momentos florecientes, debido a la Dirección de Fausto de Elhuyar y de Subice (1755-1833), perteneciendo a la promoción de 1828, figura con el número 74 en la lista general de alumnos. Cursó la mineralogía con el académico riojano Donato García (1782-1855), Presidente del Real Gabinete de Historia Natural. Su profesor de docimasia fue el Académico e Inspector de segunda clase del Real Cuerpo de Minas José Duro y Garcés (1795-1885), ubicándose la cátedra y el laboratorio en la calle del Lobo, 21, en los locales de la Dirección General de Minas.

La primera actividad oficial al servicio de la Dirección

General fue como integrante (29 de noviembre de 1829) de la Comisión presidida por Elhuyar con la colaboración de Joaquín Ezquerria y del Bayo (1793-1859), Rafael Amar de la Torre (1802-1874) y Francisco de Sales García, para trasladarse al Principado de Asturias e indagar y proponer las disposiciones convenientes para facilitar el aprovechamiento de los criaderos de carbón de piedra mediante la más expeditiva y económica conducción de este combustible a los puertos. La misión se dio por finalizada a los cinco meses, y dado el interés de la memoria, se dispuso por Real Orden (9 de agosto de 1831) su publicación. Esta obra, editada en Madrid, compuesta por 62 páginas y 5 láminas, está considerada como rara por los bibliófilos.

Por Real Orden (23 de octubre de 1829) se le pensionó para ampliar estudios en la Real Escuela de Minas de Freyberg, a donde llegó en agosto de 1830, matriculándose en el curso próximo a comenzar con el número 1.245, siendo sus compañeros Ezquerria y Amar, los números 1.246 y 1.247. Durante los primeros días de alumno encontró dificultades con el alemán, venciendo rápidamente, y entre sus compañeros se comentaba su preferencia del estudio de la petrofactología del profesor Heinrich Georg Bronn (1800-1862) en el original alemán, en lugar de hacerlo, como otros alumnos europeos, en la versión latina. Para prácticas del idioma alemán, escribió en este idioma una obra titulada «Sistema de coquillología primitiva», tomando como base la obra de su maestro Bronn, con inclusión de datos de las últimas investigaciones de George de Cuvier (1769-1832) y de Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet de Lamarck (1744-1829), obra desaparecida.

Los tres alumnos españoles visitaron durante las vacaciones (1831) los establecimientos mineros y fábricas mineralúrgicas del Erzgebirge alto. Próximas a finalizar las vacaciones, deciden los tres compañeros cambiar el programa, debido a la epidemia de cólera asiático declarada en Alemania, trasladándose a Heidelberg (Baden), matriculándose en su universidad como alumnos de mineralogía y geología de los profesores Karl Casar von Leonhard (1779-1862), Heinrich Georg Bronn (1800-1862) y de Arnett, progresando considerablemente sus conocimientos en geología, petrofactología y mecánica aplicada. Finalizado el curso (junio de 1832) regresan a Freyberg, y aprovechando la ocasión del desplazamiento, visitan las minas y fábricas de Baviera, efectuando interesantes observaciones geognósticas. Nuevamente se matriculan en la Real Academia de Minas, y siguen durante el curso académico (1832-1833) las asignaturas necesarias para completar la carrera de Minas. Recorren minas y fábricas de Sajonia y realizan prácticas en el Real de fundición y amalgamación de Halsbrück, con el objetivo de dominar a fondo las técnicas de beneficio de los minerales argentíferos. De octubre de 1833 a octubre de 1844 recorren: Silesia, Moravia, Bohemia, Austria alta y baja, Styria, Salzburgo, Tirol, Selva Negra, Hannover, Bélgica y regresan a Madrid, vía París, de acuerdo con las directrices trazadas por Elhuyar.

#### ACTIVIDADES EN EL REAL CUERPO FACULTATIVO DE MINAS

El Secretario de Estado del Despacho de Gobernación presentó (23 de abril de 1835) a la Reina Gobernadora, una detallada exposición sobre «la necesidad de incrementar los alumbramientos de aguas subterráneas, por su gran utilidad, en las localidades carentes de otras, al mismo tiempo que su alumbramiento y beneficio se proporciona en general a menor costo que el necesario para la dirección y aprovechamiento de las corrientes por la superficie de la tierra». El plan fue aprobado, y se dispuso por Real Orden (27 de abril de 1835) que el Director General de Minas designase los ingenieros integrantes de las comisiones para las diversas zonas geográficas. Quedó Bauzá integrado en la Brigada presidida por Ezquerria (R. O. de 16 de mayo de 1835), para la demarcación formada con las provincias de Segovia, Avila, Burgos, Soria, Valladolid, Salamanca, Palencia, León y Zamora como zonas de investigación, entregándose (29 de mayo de 1835) la oportuna instrucción de trabajo, con la obligación de redactar partes quincenales sobre su actuación. En el primero (10 de junio de 1835) comunica la iniciación de la campaña, informando de las investigaciones realizadas en las montañas de El Escorial y de La Granja. A éste le sucedieron todos los ordenados, con indicación en cada uno de los resultados, de las investigaciones geológicas y señalamiento de las zonas más aptas, para efectuar las labores de captación de aguas. A partir de fines de septiembre, quedó Bauzá como único integrante de la Brigada de Castilla la Vieja. Dispuso el Director General de Minas (19 de diciembre de 1835) regresasen todas las brigadas a la corte, donde presentarían los trabajos definitivos. La memoria redactada por Bauzá fue elevada (5 de julio de 1836) al Ministro de la Gobernación del Reino, emitiendo la correspondiente sección el resumen siguiente: «De estos escritos resulta que, en la gran cuenca terciaria que forma Castilla la Vieja, hay parajes donde dicen pueden hacerse los primeros ensayos con alguna esperanza, según el aspecto del terreno y posición topográfica». Con este motivo redactó una descripción geognóstica minuciosa de la comarca formada por las provincias de Segovia, Avila, Valladolid, Palencia, Salamanca, Zamora y Madrid, adjuntando las correspondientes cartas geognósticas.

Por reorganización del Real Cuerpo Facultativo de Minas, fue designado (18 de marzo de 1836) Inspector de segunda clase y Director de las Minas de Almadén e Inspector de aquel Distrito. A los pocos días (14 de abril de 1836), por reorganización del Cuerpo, lo cambian de denominación y categoría, al escalafonarlo como Ingeniero 2.º. Estuvo presente en la invasión del establecimiento minero por la facción de Gómez (octubre de 1836), acto en que resultó prisionero el Superintendente de Almadén. Poco después, la facción de Basili saqueó el pueblo y desaparecieron sus efectos personales, papeles, libros e instrumentos. Todo esto dificultó su valiosa actuación durante los dos años de dirección. El cargo tenía aneja la dirección de la Escuela Práctica de Minas de Almadén, donde actuó como profesor, siendo su último acto académico la presidencia de los exámenes (28 de agosto de 1837). De toda esta actuación existe documentación interesante sin catalogar en el A. H. N., sección Hacienda, papeles de Almadén.

Cesó Bauzá (23 de mayo de 1838) en Almadén, por haberlo designado Director del Establecimiento de Linares e Inspector de Distrito, donde actuó con su acreditada competencia hasta su nombramiento (diciembre de 1840) como Inspector del Distrito de Adra. Como consecuencia de los diversos asuntos mineros tramitados y de su recorrido por el terreno, tuvo una base adecuada para publicar en el «Boletín Oficial de Minas», como anónimo (núm. 6, julio; núm. 7, agosto de 1844): «Datos estadísticos sobre la fundición o beneficio de la galena del Distrito de Minas de Adra, que comprende la provincia de Granada y parte de la de Almería».

Promovido a Inspector, pasó destinado (6 de agosto de 1845) al Distrito de Río Tinto, simultaneando su actividad con la de Director del establecimiento del Estado, pasando al Distrito de Madrid (16 de diciembre de 1848).

#### ACTIVIDADES EN CATALUÑA

Destinado al Distrito Minero de Barcelona (26 de noviembre de 1850), desplegó máxima actividad en el reconocimiento geológico de las cuatro provincias catalanas. Existía un antecedente no logrado, el interés de Elhuyar en la formación de cartas geológicas regionales, y que la primera fuese la de Cataluña, misión encomendada en 1831 por Real Orden a Angel Vallejo, quien según repetidas manifestaciones la había iniciado antes de su designación (1835) como Subsecretario del Ministerio de lo Interior. Conocido el valer de este estudiante por Elhuyar, lo pensionó en París (1828) para ampliar conocimientos de ciencias naturales y en especial de minería y metalurgia. Había estado anteriormente en París, donde asistió como alumno a la cátedra de A. Guenyeau, donde preparó una edición española de la obra de este profesor de la Escuela Real de Minas de Francia, con notables ampliaciones (1825), obra publicada en París (1843). Nuestra opinión es que la obra geológica de Vallejo en Cataluña no alcanzó el éxito esperado, al menos por los datos llegados al siglo XX. Aportó a la sesión (24 de junio de 1833) de la Soc. Geol. de Francia, los resultados de unas observaciones efectuadas en el Cabo de Creus, durante el año 1832, publicados en su boletín, tomo 3.º de 1833, y otros en los tomos 5.º y 6.º de 1835 y 1836. Estos trabajos de Vallejo fueron mencionados (1834) por Boné y Claude Rozet, y también (1833) por Chauzenque en su obra de dos tomos publicada en París.

Durante la estancia de Bauzá en Barcelona, publicó (1856) Alexandre Vezian en Montpellier su tesis doctoral (el acto de colación tuvo lugar el 13 de agosto de 1856) titulada: «De los terrenos post-pirenaicos de las inmediaciones de Barcelona y sus relaciones con las formaciones correspondientes del Mediterráneo», acompañada de una carta geológica. Esta obra no fue conocida por Bauzá durante su estancia en Cataluña.

Aprovechó su estancia en Cataluña para recopilar cuantos datos y observaciones consideraba útiles para su cartografía geológica; labor interrumpida (19 de febrero de 1859) por su ascenso a Inspector General de 2.ª clase de Minas y pase a la Junta Superior Facultativa de Minería. En este cargo y con motivo de un servicio regla-

mentario, redactó y publicó en el «Boletín Oficial del Ministerio de Fomento», tomo XXXIII, 1860, pp. 550-576, el trabajo «Visita de inspección al Distrito Minero de Santander», donde describe su riqueza minera y principales formaciones geológicas. Encomendado otro servicio análogo en Cataluña, publicó en el mismo Boletín (XXXIX, 1861, pp. 64 a 102) el «Informe de la visita al Distrito Minero de Barcelona», redactado con criterio análogo al anterior.

Simultáneamente a la Inspección del Distrito Minero de Barcelona, le encomienda la Junta Facultativa finalice la cartografía geológica que había iniciado en Tarragona. Emprendió la misión (agosto de 1860), finalizando su cometido (21 de septiembre de 1861) con la redacción de su trabajo en 20 pliegos de tamaño folio: «Bosquejo geológico de las provincias de Barcelona y Tarragona». Dice en el preámbulo: «Sólo el compromiso contraído me obliga a presentar este trabajo, cuyo único mérito es el no haber costado sacrificio pecuniario alguno al Gobierno. Por lo demás, el que pudiera haber tenido en 1855, por no haber otro, no lo tiene actualmente». Se refiere a la obra citada de Vezian, de la que no conoció su publicación, hasta que leyó la obra del Vizconde D'Archiac: «Historia de los progresos de la Geología».

#### PRESIDENTE DE LA COMISION DEL MAPA GEOLOGICO

Considera José de Echegaray y Eizaguirre (1848-1916), como indispensable para el buen funcionamiento de su departamento, poder disponer de una comisión eficiente para ejecutar estudios geológicos y redactar los oportunos informes sobre las obras propias del Departamento. Para ello actualizó algunas de las disposiciones de la denominada «Comisión de la carta geológica del Reino», cambiando el título por el de «Comisión del Mapa Geológico», destacando el gran perjuicio ocasionado a la agricultura y a la industria la carencia de mapas geológicos nacionales y provinciales (R. D. de 28 de abril y 10 de mayo de 1870). La comisión reorganizada estaba integrada por un Presidente, siete Vocales y un Secretario. Los razonamientos de Echegaray estaban justificados, dado que la Comisión de la Carta Geológica del Reino había desarrollado una intensa labor, desde su creación (11 de julio de 1849) hasta su incorporación como Brigada de la Junta Superior de Estadística (Ley de 19 de diciembre de 1858), donde su cometido quedó reducido considerablemente por falta de consignación presupuestaria.

El primer presidente de la Comisión reorganizada fue el Inspector General de la Clase (desde 1864) Bauzá, quien la instaló en Isabel la Católica, 23, 2.º. A sus extraordinarias dotes y trabajo se debe el incremento en los archivos de memorias y cartografía terminada, pendiente de publicación por falta de recursos económicos. Durante el primer año de su mandato se adaptó el local y adquirió el material necesario para cumplir los cometidos, dado que el anterior había pasado íntegramente a la Junta General de Estadística.

A pesar de las dificultades económicas y la penuria

del Tesoro, logra salgan al campo (1871) las brigadas de ingenieros para efectuar estudios geológicos en las provincias de Huesca y Cuenca; aquéllos se publicaron por Lucas Mallada y Puello (1841-1921) en la Mem. de la Com. VI-1878, y éstos por Daniel de Cortázar y Larrubia (1845-1927) en la Mem. de la Com. III-1875. Pocos meses después, logra se reanuden en Asturias las actividades de la Comisión de Cuencas carboníferas, publicándose parte de sus datos como anónimos en la Mem. de la Com. II-1874. En esta reanudación sistemática de las Memorias de la Comisión, dio preferencia a la publicación de trabajos de otros autores, precediendo a los propios, dedicando la 1.ª (1873) a los de Felipe Martín Donayre, titulada «Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza».

Entre sus proyectos figuraba la reanudación de la publicación sistemática de los mapas geológicos provinciales a escala 1/400.000, continuación de la serie iniciada (1853) con los de Madrid, Segovia, Valladolid y Palencia, realizados por Casiano del Prado y Valle (1797-1866).

Aprecia la necesidad de publicar un Boletín de la Comisión, con diversos trabajos en cada tomo, dado que las Memorias estaban destinadas cada una a un trabajo monográfico. Prepara la edición del primero (1874) aparecido bajo la dirección de Manuel Fernández de Castro (1825-1895), donde se incluye su reseña geológica de la provincia de Gerona (págs. 169 a 175), remitida a la imprenta después de su cese (16 de abril de 1873).

Tomó parte activa en la promoción de la «Exposición Nacional de Minería», inaugurada (11 de octubre de 1872) en el palacio construido con este fin en los Jardines del Retiro, denominado «Palacio de la Minería», y actualmente «Palacio de Velázquez», debido al autor del proyecto, el arquitecto Ricardo Velázquez y Bosco (1843-1923). En esta extraordinaria exposición participó la Comisión con mucha cartografía geológica inédita, además de la catalana, de la que era autor Bauzá, varios mapas de geólogos contemporáneos como Prado, Maestre, Aránzazu, Botella, Donayre, Naranjo, Peñuelas.

Durante los primeros años de su actividad como ingeniero dio, al igual que su padre, mucha importancia a los trabajos de nivelación y determinación de alturas, publicando con José de Espinosa las célebres memorias sobre las observaciones astronómicas para los navegantes españoles, traducida en conjunto y en partes en varias lenguas, destacando en especial su aportación a la velocidad del sonido.

#### CESE Y FALLECIMIENTO

Según el criterio de Bauzá, la política española no sigue la orientación que le parece buena para España; el

Rey Amadeo de Saboya (1845-1890) está perdiendo prestigio, ante las intrigas de Estanislao Figueras y Morgas (1819-1892) y su partido republicano decidiéndose a pedir (24 de enero de 1873) su jubilación. Pocos días después, abdicaba Amadeo I (11 de febrero de 1873).

Debido a su jubilación, quedaron sin actualizar sus mapas provinciales de Cataluña a escala 1/400.000. El de Barcelona se entregó para su revisión a los Ingenieros de Minas José Maureta Aracil y Silvino Thos y Codina, publicándolo en la Memoria IX, 1881, con el título «Descripción física, geológica y minera de la Provincia de Barcelona». Los más atrasados eran los bosquejos de Lérida y Tarragona, publicadas sus memorias, tal como las dejó, en el mismo Boletín, donde Fernández de Castro aportó la necrología de Bauzá, tomo III, 1876, de las páginas 115 a 120 el bosquejo de Lérida y de la 120 a 123 el de Tarragona.

Fruto de la ampliación y actualización de los datos de Bauzá fue la publicación por Luis Mariano Vidal y Carreras (1842-1922) del trabajo titulado «Geología de la Provincia de Lérida», terminado en Barcelona (26 de diciembre de 1873), en el Boletín de la Comisión del Mapa Geológico, tomo II, 1875, pp. 237-350.

De las cuatro cartas geológicas de las provincias catalanas, trazadas por Bauzá, hemos localizado recientemente la de Tarragona, en el A. H. N., sección varios, minería y geología, Legado Botella, legajo núm. 6.

El cese en su característica actividad afectó considerablemente a su salud, iniciándose una rápida decadencia, falleciendo en Madrid (24 de septiembre de 1875). Fue enterrado en la ampliación del cementerio de la Sacramental de San Ginés y San Luis, fundado en 1831 y montado en 1898.

En la nota necrológica publicada en la Revista Minera, destaca el autor su afición a la geología, buena instrucción y recto criterio.

#### BIBLIOGRAFIA

ANÓNIMO: *Necrología*, Rev. Min. XXVI, tomo I, núm. 27, 1875.

FERNÁNDEZ DE CASTRO, MANUEL: *El ilustrísimo señor don Felipe Bauzá y sus trabajos geológicos*. Bol. Com. Mapa Geológico, tomo III, 1876, pp. 96-114.

LÓPEZ DE AZCONA, JUAN MANUEL, y MESEGUER Y PARDO, JOSÉ: *Contribución a la historia de la geología y minería españolas*. Inst. Geol. y Minero, 150 pp., 1964.

## «El poderoso retorno del carbón»

Por MANUEL ARROYO QUIÑONES

El pasado 23 de mayo tuvo lugar el almuerzo mensual del Club Español de la Minería.

En esta ocasión, el invitado especial era don Manuel Arroyo Quiñones, Presidente de CARBUNION.

#### EL PODEROSO RETORNO DEL CARBÓN

En el año de gracia de 1973, Santa Bárbara, nuestra patrona, hizo un milagro para la minería del carbón. Antes de que los últimos pozos y socavones fueran cegados y abandonados, abrió, con delicadeza, los cerebros de los responsables políticos del mundo e introdujo en ellos sin ira, pero sin contemplaciones, una fuerte dosis de sentido común.

Y se hizo la luz, los países productores de petróleo, generalmente subdesarrollados, comprendieron instantáneamente, como en el fogonazo de una revelación, que sus únicos recursos, por cierto no renovables, estaban siendo cedidos por nada a los opulentos países de la industria.

Y los opulentos países de la industria comprendieron con claridad que, a partir de ese momento, la energía tendría un precio, y lo que era más grave: la energía creaba o establecía una peligrosísima dependencia.

Y así, el año 1973 fue el año del milagro de Santa Bárbara y las cosas cambiaron radicalmente.

Esta breve introducción creo que justifica que podamos hablar hoy del carbón, personaje histórico, que vuelve a entrar en escena con extraordinaria pujanza y para el que son de prever largos años de vida.

#### EL CARBÓN EN EL MUNDO

##### Recursos

Los recursos mundiales recuperables de carbón, considerando los estáticos y estimando constante la producción anual al nivel de la obtenida en 1983, pueden tener una duración media de 219 años. En Europa Occidental, concretamente 215 años. La previsible crítica que puede hacerse en relación con el posible aumento de demanda y producción, queda compensada si tenemos en cuenta

que la diferencia entre recursos recuperables y recursos geológicos es de 935.000 millones de toneladas a nueve billones seiscientos setenta mil, y que una parte importante de estas últimas puede ser incorporada a las primeras.

En todo caso, el horizonte es lo suficientemente amplio como para no tener preocupaciones, porque aun los más pesimistas saben que, antes de terminar este período, habrán aparecido soluciones nuevas y mejores.

Para destacar la importancia de lo que acabo de decir, sólo una pincelada comparativa.

Hemos dicho que la duración media de los recursos mundiales recuperables de carbón, según fuentes de la Conferencia Mundial de la Energía (1983) es de 219 años. La duración media de los recursos mundiales recuperables de petróleo, calculados a partir de los datos de recursos al 1 de enero de 1984, del Oil and Gas Journal, y de producción de 1982 de British Petroleum, es de 33 años, y la duración media del gas natural (según las mismas fuentes) es de 60 años.

##### Distribución

La distribución de estos recursos está muy compensada y así, por continentes, el americano cuenta con el 32 por 100, Asia el 16 por 100, la Unión Soviética con el 24 por 100 y Europa con el 14 por 100.

Por agrupaciones económicas, el Mercado Común cuenta con el 7 por 100; los países de la OCDE con el 43 por 100 y los países del COMECON con el 30 por 100, siendo los menos afortunados los países en vía de desarrollo y los de la OPEP que, en compensación y en general, cuentan con otras fuentes de energía. Esto quiere decir que el carbón se consume, en su mayor parte, en los países que lo producen. Comparemos esta distribución, por ejemplo, con la del petróleo, donde el Oriente Medio dispone del 55 por 100 de los recursos, produce el 23 por 100 y no consume más que el 3 por 100.

##### Producción

La producción mundial de carbón ha pasado de 2.936 millones de toneladas en 1970 a 3.906 millones de toneladas en 1983, con un crecimiento del 33 por 100 en el

período, crecimiento iniciado decididamente a partir de 1975.

En España, el crecimiento ha sido muy superior, aunque está influenciado por la aparición en escena de los lignitos pardos; pero de esto ya hablaremos en su momento.

La previsión de producción para el año 2000 va desde los 4.800 millones de TEC, de la Conferencia Mundial de la Energía de 1983, con un aumento del 45 por 100, hasta los 6.780 millones de toneladas del informe WOCOL, con un crecimiento del 74 por 100 con respecto a la producción de 1983.

#### Consumo

En cuanto al consumo, a grandes rasgos, son países excedentarios: Estados Unidos, la Unión Soviética, Europa Oriental, Sudáfrica, China y Australia y, deficitarios en mayor o menor medida: Europa Occidental, Japón, en gran medida, y el resto de Asia.

La primera conclusión que podemos extraer de estas consideraciones es que el carbón, a nivel mundial, es la fuente de energía que cuenta con mayores recursos, dos veces y media superiores al conjunto de los recursos de petróleo, gas natural y uranio. Que estos recursos están muy equilibradamente repartidos, evitando así importantes dependencias de unos países con respecto a otros y, por último, que las posibilidades de aumento de producción a nivel mundial son muy grandes, estando previsto que en el año 2000 el carbón se convierta en la primera fuente energética mundial, con el 28 por 100 de participación en el balance energético.

#### LA COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA

##### Recursos

Como ya hemos dicho, la Europa Occidental cuenta con unos recursos recuperables que le aseguran una duración media de 215 años.

##### Distribución

La distribución de estos recursos, expresados en TEC, es la siguiente: Inglaterra cuenta con el 8 por 100, Alemania Occidental con el 74 por 100, y el resto entre España, Francia, Bélgica y los demás países europeos.

##### Producción

La producción de hulla y antracita de los países de la CEE en 1983 ha sido de 229 millones de toneladas, de los que Inglaterra aportó 116, Alemania 90, Francia 17 y Bélgica seis millones de toneladas.

A estas producciones hay que sumar otros 159 millones de toneladas de lignito, de los que Alemania aportó 124 millones, Grecia 30 millones, Francia 3 e Italia 2 millones de toneladas.

Es decir, que la producción total ha sido de 338 millones de toneladas.

Y aquí surge una primera consideración. Mientras que a nivel mundial la producción entre 1974 y 1983 creció en un 26 por 100, y en España, por causa, en gran parte, de la aparición de los lignitos pardos, en un 200 por 100, en los países de la CEE se mantuvo prácticamente constante (372/388 millones de toneladas). Es decir, que el esfuerzo de la nueva y potenciada presencia del carbón como fuente de energía, se ha hecho al margen de la Comunidad, que se ha limitado a mantener su producción.

¿Por qué?

A mi entender, porque la minería del carbón en Europa, en general, y en España por supuesto, es cara y difícil, y lo que se viene produciendo en Europa durante estos años es una reestructuración del sector, que aún no ha terminado, y al final de la cual quedará una minería cara todavía en relación con la de terceros países, pero francamente defendible, porque a partir de cierto límite razonable en los precios de coste, entran en juego otros factores muy importantes, como pueden ser los del empleo, la dependencia y la balanza de pagos.

En la Europa comunitaria se han cerrado y se siguen cerrando explotaciones marginales, concentrando los recursos y esfuerzos en la minería con mejores posibilidades.

Y así, en los últimos cinco años, para una producción prácticamente igual (238 millones de toneladas de hulla en 1978 y 229 en 1983), se ha disminuido la mano de obra en 42.000 trabajadores de interior, lo que representa casi un 12 por 100, y han aumentado los rendimientos de 417 kilogramos/hora para el conjunto de la Comunidad, lo que representa también casi un 8 por 100.

##### Consumo

El consumo de la Europa Comunitaria en 1983 ha sido de 287 millones de toneladas de hulla, con un exceso sobre la producción de 58 millones.

Se han importado 61 millones de toneladas. Los stocks se mantienen en 50 millones, cifra prácticamente igual a la del año anterior.

Esta política está siendo urgentemente revisada y, nosotros mismos, en las periódicas reuniones con la Asociación Carbonera Europea, hemos podido comprobar la preocupación de estos países en este sentido y su decidido propósito de frenar el impacto de la importación para mejorar la situación de los stocks.

Como sucede en nuestro país, la estructura de este consumo da preferencia absoluta a las centrales térmicas, con casi un 61 por 100 que, en el caso de Inglaterra, llega al 69 por 100. Sigue en importancia la siderurgia, con un 24 por 100 y, por último, las industrias varias y usos domésticos con un 15 por 100 aproximadamente.

La tendencia acentúa cada vez más la importancia de las centrales térmicas, que en el año 2000 se prevé lleguen al 64 por 100 del consumo total, y sin las cuales la dimensión actual de la minería del carbón resultaría inconcebible.

#### EL CASO ESPAÑOL

Me parece conveniente, antes de entrar de lleno en el caso español, hacer algunas reflexiones.

Nuestra minería del carbón, como la del resto del mundo, pero quizá más intensamente, sufrió en la década de los sesenta el fortísimo impacto del petróleo, ya suficientemente analizado, lo que la puso en trance de desaparición. El año 1973, todavía sin participación significativa de los lignitos pardos, se establece el punto de inflexión de nuestra producción con 12.900.000 toneladas, cifra un 20 por 100 inferior a la producida en 1961.

En aquellos momentos, cualquier semi-vidio hubiera podido profetizar, aparentemente sin mucho riesgo, que la minería del carbón en España había llegado a su fin.

Se ha explicado como causa única de la resurrección de esta minería la de la crisis del petróleo, con la consiguiente escalada de precios y demás circunstancias, lo que habría convertido al carbón en alternativa energética válida. Yo no voy a negar la importancia de este hecho, que es decisiva, pero sí quisiera añadir que si nuestros empresarios no hubieran hecho un esfuerzo colosal durante este triste y largo período, lo que habríamos encontrado al entrar en juego el «boom» del petróleo sería, no una minería pequeña y castigada, pero viva y preparada para dar el gran salto, sino un cadáver, y con un cadáver no se puede hacer otra cosa que enterrarlo.

Efectivamente, lo que nuestros empresarios hicieron ante esta difícil situación fue encararla con realismo y responder de la única manera posible: con una reestructuración dura, difícil, incómoda, arriesgada y costosa, pero evidente.

Las 510 empresas censadas en 1960 han quedado reducidas a 225 en 1983. Más significativo que esto es el cambio de la estructura en este campo empresarial y así, mientras en 1960 las empresas grandes y medianas (importantísimas estas últimas, por darse en ellas generalmente dos condiciones preciosas: buena administración y severo control) representaban el 16 por 100, con 82 empresas, y las pequeñas el 84 por 100 con 428; las grandes y medianas representan ahora el 47 por 100 con 105 empresas, y las pequeñas (menos de 25.000 toneladas/año), el 53 por 100 con 120 empresas.

Si damos un paso más, veremos que en tanto que en 1960 la producción de las empresas grandes y medianas suponía un 87 por 100 de la producción, en 1983 este mismo grupo representa el 98 por 100.

Si contemplamos la evolución de las plantillas, daremos con otro dato positivo. En 1970 la hulla contaba, para una producción de 7.900.000 toneladas, con 40.656 trabajadores. En 1983 se han producido 10.260.000 toneladas con 33.612 trabajadores. Es decir, que mientras la producción ha mejorado en un 30 por 100, la mano de obra se ha reducido en un 21 por 100, lo que se traduce en una importante mejora de la productividad.

Más expresivo resulta el caso de la antracita, ya que la hulla está siempre influenciada por la Cuenca Central Asturiana. En antracita, en 1970 se produjeron 2.800.000

toneladas, con una plantilla de 12.174 trabajadores, en tanto que en 1983 se han producido 5.345.000 toneladas con 11.156 trabajadores, lo que representa un aumento de producción del 91 por 100 y una disminución de mano de obra del 8 por 100.

Por lo que respecta al lignito negro, entre 1970 y 1983 la producción aumentó en un 202 por 100, disminuyendo la mano de obra en un 14 por 100. En los espectaculares resultados del lignito negro ha intervenido la explotación a cielo abierto, que en hulla y antracita no es significativa.

Hemos prescindido en estas reflexiones del lignito pardo porque su entrada en escena, sobre todo a partir de 1978, distorsiona sensiblemente el panorama.

Pero prescindiendo de él, podemos concluir diciendo que el año 1973 fue de máxima inflexión y que hasta 1983 la producción nacional de carbón, con excepción del lignito pardo, ha crecido casi un 83 por 100, pasando de 12.420.000 toneladas a 22.670.000 toneladas, acompañando este aumento de producción con una mejora evidente de la productividad.

Todo lo cual no quiere decir que la situación actual de nuestra economía en lo referente a la industria minera sea boyante y pueda generar los recursos necesarios para su definitiva consolidación, porque a nuestro juicio, sigue pagando los vidrios rotos de otros sectores, como ya hizo en el pasado.

#### SITUACION ACTUAL

##### Recursos

CARBUNION 83, apoyándose en el Inventario de Recursos de Carbón en España, publicado por el Centro de Estudios de la Energía, establece para España tres supuestos. En el primero, considera sólo los recursos muy probables y probables; en el segundo, suma los posibles, y en el tercero, los hipotéticos.

En el supuesto más desfavorable, que es el primero, estos recursos pueden asegurar la vida de nuestras explotaciones por un período de 33 años, con lo que estaríamos en el año 2017.

Es de suponer, muy razonablemente, que estos recursos, considerados hoy como seguros, puedan verse notoriamente aumentados por la incorporación de parte de los que figuran como posibles o hipotéticos. Apoya esta creencia la experiencia histórica de estos últimos años, en los que los recursos posibles e hipotéticos incorporados a los explotables, superan la baja producida en éstos por la consiguiente explotación anual.

Si consideramos que es por estos años (2020) cuando se juzga posible haber llegado a soluciones como la de la fusión, que revolucionaría y haría cambiar radicalmente el panorama energético, podemos concluir diciendo que, en términos generales, la cobertura de nuestros recursos es satisfactoria. A esto habría que añadir que si nos hemos integrado en la CEE y ésta se ha consolidado definitivamente, perteneceremos a una comunidad

cuyos recursos ya dijimos que aseguraban la vida de las explotaciones por 215 años de media.

#### Distribución

Los recursos españoles de carbón están distribuidos de la siguiente manera: Asturias, León y Palencia totalizan el 98 por 100 de la hulla y antracita, Teruel y Barcelona cuentan con el 79 por 100 de los de lignito negro y La Coruña con el 84 por 100 del lignito pardo.

#### Producción

La producción española de carbón en 1982 fue de 39.228.000 toneladas, habiéndose producido un aumento con respecto a 1981 de un 10 por 100.

La producción de 1983 es muy similar a la del año anterior, con un crecimiento del 1,9 por 100 (39.957.000 toneladas) en el que intervienen la antracita, con un 3,5 por 100, y el lignito negro con el 0,9 por 100.

La estructura de esta producción es la siguiente: la hulla representa el 26 por 100 de la producción, la antracita el 13 por 100, el lignito negro el 18 por 100 y el lignito pardo el 43 por 100.

#### Consumo

La demanda nacional de carbón en 1983 fue de 47,5 millones de toneladas. De esta demanda, el 81 por 100 corresponde a centrales térmicas, con lo que estamos próximos al caso inglés, el 11 por 100 corresponde a siderurgia y coquerías, y el 8 por 100 a industrias varias y usos domésticos.

La diferencia entre producción y demanda fue en este año de 7,5 millones de toneladas, en números redondos, en favor de la última, y para cubrirlos se importaron 3.127.000 toneladas de hulla coquizable y 2.782.000 toneladas de hulla energética.

Hubiera podido prescindirse de esta última importación utilizando los stocks, que sumaban a fin de año 14.780.000 toneladas, pero la promesa por parte de la Administración de autorizar al sector cementos los contingentes necesarios para su consumo, como medio para incentivar la reconversión al carbón, hizo imposible esta solución. Los stocks con respecto al año anterior han disminuido un 5 por 100.

#### SITUACION COMPARADA ENTRE LOS CASOS ESPAÑOL Y EUROPEO

##### Heterogeneidad de nuestras cuencas

Hasta aquí hemos expuesto a grandes rasgos la situación actual del carbón en España, pero para un entendimiento mejor, juzgamos bueno decir lo siguiente: «Esta situación es muy distinta de unas cuencas a otras».

Con fundamento, en la estadística de CARBUNION co-

rrespondiente a 1983, podemos hacer las siguientes consideraciones:

— Los precios medios de nuestros carbones: hulla y antracita oscila entre las 6.159 pesetas a las 8.124 pesetas por tonelada, con diferencias, como vemos, muy sensibles.

— Estas mismas diferencias se repiten al analizar el importe del salario medio por hombre/día de trabajo, que oscila entre las 7.010 pesetas y las 9.589 pesetas.

— Los rendimientos van desde 286 toneladas/hombre/año a 500 toneladas/hombre/año.

De estos datos se deduce inmediatamente una primera conclusión: «Hay cuencas que con una política energética adecuada (de la que luego hablaremos), pueden mirar el futuro con tranquilidad y pueden cumplir sus compromisos aun contando con la integración de España en la CEE».

En otras cuencas se tendrá que producir una cierta reflexión y poner en práctica, desde ahora mismo, las medidas adecuadas si quieren evitar a medio plazo una reestructuración traumática y dolorosa, como alguna de las que estamos contemplando en nuestros días en otros sectores.

Es el caso, por ejemplo, de la hulla asturiana, en la que la incidencia, sólo de la mano de obra, en el precio de coste, supone 1.200 pesetas más que el valor de la unidad producida.

Como regla general, y con el riesgo que todas las reglas generales suponen, podemos aventurarnos a decir que, dado el nivel salarial actual (con las correcciones que la aplicación del Estatuto del Minero obliguen a imponer) y dados los precios medios de venta actuales, para que una empresa minera de carbón pueda mirar el futuro con tranquilidad y colaborar a la definitiva consolidación del sector, tiene que estar en producciones del orden de las 500/600 toneladas/hombre/año, salvo la hulla de Asturias que, por producir el carbón de mayor precio de venta, puede establecer el umbral de rentabilidad entre las 450/475 toneladas/hombre/año.

Traducidas estas cifras a rendimientos horarios, que es la medición actualmente aceptada por todos los países, supone que:

La hulla de Asturias debe alcanzar rendimientos totales de 253 kilos/hombre/hora, debiendo alcanzar el resto de las empresas rendimientos de entre 275 a 328 kilos/hombre/hora.

Estos rendimientos se establecen para jornada anual de 1827 horas de interior, que es la equivalencia acordada por las representaciones sindicales y patronales para la jornada semanal de cuarenta horas.

Al entrar en vigor el Estatuto del Minero a partir de primero de enero de 1984, la jornada semanal queda reducida a 37 horas y el cómputo anual a 1690, lo que modifica sustancialmente el planteamiento que acabamos de hacer y, entonces, los rendimientos exigidos se-

rían de 274 kilos/hombre/hora para la hulla de Asturias y entre 296 y 355 kilos/hombre/hora para el resto de las empresas.

Esto exige mejorar instantáneamente los rendimientos entre un 5 y un 9 por 100, lo que a todas luces parece prácticamente imposible.

La otra alternativa consiste en reconocer con honestidad y realismo este hecho y volver a poner al carbón en las condiciones en que estaba, mejorando los precios del térmico, parte fundamental y decisiva de nuestra producción, en la medida que corresponda. Y esto por dos razones:

— Porque el precio de nuestra termia admite con holgura este reajuste en comparación con el precio de la termia de otras alternativas, y

— Porque ya hemos dicho en alguna otra ocasión que el carbón, a semejanza de lo que ha declarado el sector eléctrico, y con los ajustes estructurales de que luego hablaremos, está en condiciones de sostenerse dignamente si, partiendo de unos precios justos, se ligan estos precios en el futuro al crecimiento de la inflación.

Si esto no se hace, entraremos en una peligrosa fase de deterioro que puede poner a nuestra minería en situación muy difícil.

Los ajustes estructurales se refieren a aquellas empresas que, por decirlo sin violencia ni pesimismo, podríamos considerar hoy como «provisionalmente marginales» y son todas aquellas que, después de efectuados los retoques de precio que el Estatuto del Minero impone, no alcancen los rendimientos totales establecidos en primer lugar.

Están por encima del límite y, por tanto, fuera del campo marginal las mineras de antracita de León y Oviedo y la hulla de León; rozando el límite, la antracita de Palencia y, muy por debajo de dicho límite, la hulla de Oviedo.

Pero estamos hablando (como no puede ser menos en una charla de este tipo), en términos muy generales, y dentro de cada una de estas cuencas analizadas habrá que establecer distinciones en algunos casos particulares.

#### EL CASO EUROPEO: SEMEJANZAS

Entre los países de la Comunidad Económica Europea el planteamiento es semejante al nuestro.

En la Exposición de Motivos del Documento 1-1386/83 de 20 de febrero de 1984, presentado al Parlamento Europeo, al hablar de la modernización de la producción se establece el siguiente principio: del 20 al 25 por 100 de la producción de carbón de la Comunidad (50/60 millones de toneladas), son perfectamente rentables y pueden competir con las importaciones. De un 60 a un 65 por 100 (alrededor de 140 millones de toneladas) son consideradas como marginalmente rentables. Entonces,

¿qué quiere decir marginalmente rentables? Quiere decir que aquí entran en consideración otras razones, como pueden ser las sociales; en relación con el empleo; políticas; en relación con la dependencia e, incluso, las mismas económicas. De manera clara expresan los empresarios de la Comunidad, en relación con estas últimas, lo siguiente: «Hay que tener en cuenta que la competitividad y la rentabilidad de una explotación carbonera no puede ser medida por simple referencia a una situación puntual del mercado mundial, que es artificial, inestable y perturbada por las fluctuaciones del dólar». Lo que dicho en román paladino podríamos traducir así: «El país que se deje convencer por los cantos de sirena de una competitividad temporal o puntual y proceda a su desarme, pagará muy cara esta estupidez y tendrá que afrontar escaladas de precios de todos los productos energéticos, incluido el carbón, similares a las del petróleo de reciente y triste memoria».

Por último, consideran que un 15 por 100 de la producción (alrededor de 40 millones de toneladas) son muy deficitarias y no competitivas.

Esta situación es muy semejante a la nuestra, donde tenemos cuencas como las de antracita de León y Asturias y hulla de León; cielos abiertos de lignito de Teruel y hulla de Córdoba que, con ligeros retoques o sin ellos, pueden calificarse de rentables o marginalmente rentables.

Y, por último, parte de esta última cuenca, casi toda la minería subterránea de lignito negro, la minería subterránea de hulla del Sur y algunas empresas aisladas de las cuencas consideradas como rentables, que entrarían en el grupo de las muy deficitarias y de imposible supervivencia.

Para ilustrar lo ya expuesto, sería bueno echar una ojeada comparativa y veríamos que las cuencas que llamamos no marginales se hallan muy próximas a los rendimientos europeos (salvo Alemania) y, aunque convendría matizar algunas cuestiones, como precios, rendimientos en función de TECS en lugar de toneladas, etc., también habría que completar esta matización con el estudio y comparación de las ayudas que estos países reciben de sus administraciones y que sólo en parte muy pequeña hemos empezado a aplicar en España.

Pero se trata de un estudio complejo, en el que no podemos entrar ahora y que podría ser objeto, por sí solo, de una o varias sesiones monográficas. Lo que sí podemos apuntar como curiosidad, de manera muy general y para confirmar lo ya explicado antes, es que en el año 1983, y por lo que se refiere a rendimientos de interior, la hulla de León alcanzó los 278 kilos/hombre/hora; la antracita de León, 396; la de Asturias, 409; la de Palencia, 267 y la hulla de Asturias los 186 kilos/hombre/hora.

Entre los países de la Comunidad, durante 1983, Alemania estuvo a la cabeza de todos con gran diferencia, ya que alcanzó los 545 kilos/hombre/hora; Inglaterra, 410; Francia, 374 y Bélgica, 297 kilos/hombre/hora. Lo que quiere decir, siempre en términos muy generales, que la antracita tanto de León como de Asturias está entre los rendimientos de Francia e Inglaterra; y la hulla

de León y la antracita de Palencia se encuentra muy cerca de los rendimientos belgas, estando la de León desfigurada por algún caso concreto.

La cierto es que, en la actualidad, dentro de nuestro sector, existen empresas rentables, empresas marginalmente rentables y empresas muy deficitarias o definitivamente marginales, y es preciso que antes de que sea tarde y esta tardanza nos imponga graves soluciones traumáticas, seamos capaces de prevenirlo con relación a estas últimas.

Y surge aquí una pregunta: ¿Qué podemos hacer con una empresa marginal?

#### Soluciones

A mí, personalmente, se me ocurren cuatro respuestas:

1) Empresas capaces de mejorar fundamentalmente su productividad en base de nuevas inversiones y modificación profunda de su estructura. Estamos, pues, ante el caso de empresas relativa o provisionalmente marginales.

El camino para ellas parece claro y, eso sí, necesitarán apoyos para obtener los medios de financiación precisos y para llevar a efecto las reducciones necesarias de efectivos cambiando el signo, que hoy es de resistencia absoluta y de dificultades prácticamente insuperables, por el de una sabia política de reconversión y creación de puestos alternativos. Con esto, las incorporaremos al grupo de las rentables o de las marginalmente rentables.

2) Empresas importantes con explotaciones a cielo abierto, que puede permitirles componer una producción mixta y duradera con precios medios de costes razonables. Deben dárseles todo tipo de ayudas y facilidades para que puedan alcanzar este objetivo y las habremos incorporado también a uno de los primeros grupos.

3) Empresas, a las que si se les permitiera importar contingentes de carbón proporcionados a su producción, riesgo y empleo, podrían mezclarlos con los propios, mejorando así la calidad y costes. Es una solución que parece justa previo control riguroso que evite la transformación de esta operación en una acción especulativa. El resultado sería el mismo del caso anterior.

4) Empresas que no tienen realmente ninguna solución, es preciso cambiar el signo actual y pasar de la imposibilidad del cierre a la ayuda en todos los órdenes para el cierre. Sostener a toda costa una empresa sin posibilidades es malo para todos y yo diría que en primer lugar y, sobre todo, para los propios trabajadores.

Estos cierres habría que hacerlos de forma ordenada, con tiempo suficiente, con buena planificación y con ayudas importantes. Los países de la Comunidad han empleado grandes recursos para estas ayudas al cierre de empresas o explotaciones. En España tenemos el precedente de los fondos de solidaridad que a través de la E. N. E. se crearon para paliar las consecuencias de la grave crisis de los setenta.

Se me ocurre pensar que estamos, seguramente, en visperas de una acción concertada o, como queramos llamarla, con la Administración.

Creo que es imprescindible que en esta nueva acción sean tenidas en cuenta estas consideraciones y que así como las anteriores iban exclusivamente dirigidas a las empresas con posible futuro y se pedía como contraprestación al esfuerzo de la Administración mejoras de productividad y aumentos de producción. En este caso, debe aparecer en escena este nuevo grupo de empresas definitivamente marginales, con las que debe concertarse un cierre ordenado y definitivo. La contraprestación de estas empresas al esfuerzo de la Administración consiste en que dejen de existir definitivamente con el menor daño posible.

#### ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL PLAN ENERGETICO NACIONAL

En términos generales, la actual revisión del PEN, por lo que se refiere al carbón, es conforme con nuestra visión y planteamientos.

#### Motivos

— Estamos convencidos de que la diferencia de precio entre la termia del fuel y la del carbón, muy considerable aún después del necesario reajuste en función de la incidencia del Estatuto Minero, puede mantenerse por parte de una minería que pueda y creemos que puede, mantener la evolución de sus costes y precios al ritmo del crecimiento de la inflación anual.

— Ya hemos visto que los recursos nacionales cubren satisfactoriamente un período razonable.

— Estamos en condiciones de cumplir las previsiones de producción establecidas, ya que, aunque la necesaria reestructuración de sector de la que hemos hablado, limitara en alguna medida nuestra expansión, aún tenemos margen suficiente, ya que la producción alcanzada en 1983 equivale a la fijada por el PEN para 1986.

— Por otra parte, contamos con cifras de importación de relativa importancia que pueden prestar al desarrollo del PEN una gran elasticidad, tanto en uno como en otro sentido.

— Está muy claro que por la importancia y la distribución de los recursos, la utilización del carbón aminora considerablemente los riesgos de dependencia.

— La explotación del carbón nacional mantiene ya, en la actualidad, alrededor de 100.000 puestos de trabajo totales; es decir, directos e inducidos.

— Por último, además de la independencia, supone un importante ahorro de divisas con todo lo que esto trae consigo. Como dato significativo, señalaremos que en el año 1982 se importaron crudos por un valor aproximado de un billón y medio de pesetas.

La revisión del PEN es, pues, desde nuestro punto de vista, positiva.

#### POLITICA ENERGETICA

La política energética que hasta la fecha practica el Gobierno actual, creo que es positiva para el carbón. Y para hacer esta simple afirmación no es preciso entrar en comparaciones con otros gobiernos y, mucho menos, en descalificaciones que algunos han creído adivinar, cuando se trata de gobiernos con los que hemos mantenido exquisitas relaciones y a los que el carbón debe en muy buena medida el desarrollo de los últimos años. Lo que no quita para afirmar que la política energética practicada por el Gobierno actual es positiva para el carbón.

¿Hay algún pero?...

Sí, existe a mi entender, un pero, que se refiere a:

#### La futura acción a corto y medio plazo

He intentado poner de manifiesto a lo largo de esta charla que nuestra minería del carbón cuenta con recursos suficientes y está en condiciones de afrontar con éxito el desafío del PEN.

Ahora bien, es necesario que se cumplan un mínimo de requisitos, de los que voy a enumerar sólo los fundamentales:

1) Es preciso situar los precios del carbón en 1984 en la realidad, compensando la importante incidencia de la aplicación del Estatuto del Minero sobre el precio de coste. En el informe anual de la Agencia Internacional de la Energía, una de las recomendaciones que se hacen es la de una política de precios basada en los costes. Creo que esta recomendación avala nuestra pretensión.

2) Desde este punto de partida, es decir, el de unos precios reales basados en los costes, es preciso ligar estos precios al crecimiento anual de la inflación.

3) Hay que asegurar el consumo de nuestro carbón,

flexibilizando la última fase de financiación de los stocks, proponiendo amortizaciones acordes con el ritmo de su consumo y agilizando la entrega de los recursos financieros ya concedidos, además de utilizar los carbones de importación con una clara visión de complementariedad.

4) Hemos de estudiar y tener articuladas y dispuestas medidas de ayuda similares a las de los países de la CEE para que nuestra incorporación no se haga en condiciones de inferioridad. Mención especial requiere el problema que puede crear la posible reforma de la Ley de Fomento de la Minería.

5) Es preciso plantearse con claridad, con decisión y con tiempo, la necesidad de racionalizar el sector haciéndolo competitivo en su totalidad y empezando a tomar, desde ahora mismo, las medidas que lo hagan posible.

6) Al final de la próxima acción concertada, en España no deben quedar más explotaciones mineras que las que hemos venido llamando, de acuerdo con la terminología de los países del Mercado Común, rentables y marginalmente rentables, que habrá que defender con el énfasis y por las mismas razones que nuestros vecinos invocan.

#### PARA FINALIZAR...:

#### ES INDUDABLE QUE EL CARBON RETORNA PODEROSAMENTE

Hace siglos, inmensos bosques fueron sepultados y carbonizados sin piedad; ahora, de nuevo y más que nunca, con valor y con riesgo, la mano de un hombre singular al que llamamos minero, quiere devolverles la libertad para que puedan convertirse en energía pura y luminosa.

¡AYUDEMOSLE!

## Noticias

### LA AIE ACONSEJA POTENCIAR EL CARBON

Los Gobiernos de los países desarrollados deben potenciar la utilización del carbón, sugiere un reciente informe de la Agencia Internacional de la Energía (AIE): la demanda de combustibles sólidos en los países miembros de la AIE, que ha variado poco durante los últimos tres años, deberá crecer desde los 851 millones de toneladas equivalentes de petróleo (TEP) en 1983, a 1.000 millones de TEP en 1990 y 1.350 millones en el año 2000.

Esto supone, sin embargo, una considerable reducción respecto a las proyecciones publicadas en 1982. Las previsiones para 1990 han sido reducidas un 9 por 100, reflejando la débil demanda industrial durante la recesión, la mayor competencia del petróleo y del gas tras la caída de los precios en 1983 y los problemas de la industria carbonífera.

Aunque sigue creciendo el consumo de carbón, la AIE advierte que podría haber un nuevo aumento en el consumo de crudos petrolíferos, «con el consiguiente riesgo de un aumento en los precios del petróleo en la década de los noventa».

Desde la publicación del último informe de la AIE, la preocupación sobre la capacidad potencial de la industria carbonífera y los obstáculos de infraestructura han desaparecido. Pero persiste el riesgo de que los bajos precios petrolíferos cambien los incentivos de la inversión.

### Más productividad

Para la industria del carbón, según el informe, la clave es mejorar la productividad en el futuro, cerrando las instalaciones antieconómicas, eliminando las prácticas monopolísticas y mejorando la comercialización.

Para los Gobiernos, el desafío consiste en establecer leyes sobre producción ambiental que respondan a las preocupaciones de la opinión pública en temas como la lluvia ácida y permitan, al mismo tiempo, la máxima flexibilidad para la industria a la hora de encontrar las mejores soluciones antipolución.

El informe estima que con un precio del carbón que oscila entre un 35 y un 65 por 100 más bajo que el del fuelóleo, el carbón dispone de una ventaja suficientemente amplia para compensar los problemas. La AIE cree que esta ventaja relativa se incrementará en la década de los noventa.

En parte porque adopta un punto de vista optimista sobre los precios del carbón, la agencia también toma

partido por las recientes ideas sobre el ahorro relativo que supone el carbón frente a la energía nuclear como combustible para la generación de energía.

### Retroceso comercial

Dado que la generación de energía supone el 64 por 100 del consumo de carbón en los países miembros de la AIE, todos estos problemas tienen una importancia crucial. La agencia estima que el comercio internacional de carbón se contrajo aproximadamente un 8 por 100 el año pasado. Aunque se ha registrado un cierto declive en los «stocks» de carbón, los precios «spot» siguen siendo flojos, lo que provoca que los importadores de carbón acudan a las compras «spot» en vez de a los contratos a largo plazo. El informe sugiere que esta tendencia puede ser nociva si llega a socavar la confianza de los productores de inversiones a largo plazo.

Pese a estos problemas, el informe de la AIE pronostica un crecimiento continuado del comercio de carbón entre sus países miembros, de 132,4 millones de toneladas en 1982 a 285 millones de toneladas en el año 2000. Las importaciones hacia finales de siglo se estima que alcanzarán los 237 millones de toneladas, frente a 128,1 millones de toneladas en 1982.

### DESDE LA CRISIS ENERGETICA SE HA DUPLICADO LA UTILIZACION DE CARBON EN ESPAÑA

La potenciación del consumo de carbón, tanto para la generación de energía eléctrica como para la industria cementera y otros usos, está incentivando las actividades de las empresas productoras, así como el interés de los consumidores por acceder a un mercado de carbón nacional de una mejor calidad y cuyos costos reales no sean superiores a los del carbón de importación. No obstante, los consumidores reclaman garantías de calidad y precio en los suministros de carbón, así como una seguridad en el aprovisionamiento, requisitos que la industria española no cumple de la misma forma que los productores extranjeros.

La demanda de carbón en España ha pasado de 12,9 Mtec (millones de toneladas equivalentes de carbón) en 1973 a 27,0 en 1982; con aumentos muy significativos a partir de 1980, motivado por la entrada en funcionamiento de las centrales térmicas y la reconversión de la industria

de cemento, que han compensado ampliamente la caída de consumos en otras utilidades térmicas. Como consecuencia de ello, el carbón se ha convertido en el gran protagonista de la política energética española.

El carbón ha pasado de representar el 20 por 100 de la generación eléctrica en 1974 al 37,8 por 100 en 1982. Los grandes consumidores de carbón son el sector eléctrico (58,2 por 100 del consumo total), el siderúrgico (20,7) y el cemento (10,3 por 100). El 9,8 restante se reparten entre otras industrias (6,6 por 100) y el sector doméstico (3,2 por 100).

### El carbón, en el PEN

El Plan Energético Nacional (PEN) fija la demanda nacional de carbón en 34,0 Mtec, de las cuales se consumirán 21,8 en centrales eléctricas, 5,4 en siderurgia y 6,8 en otros usos.

La planificación de la oferta de carbón en el PEN contempla las peculiaridades específicas de este mineral en España, que presentan diferencias sensibles con respecto a otras formas de energía. Contrariamente al petróleo y al gas natural, España tiene recursos de carbón significativos que debe explotar para conseguir uno de los objetivos básicos de cualquier política energética: un mayor grado de autoabastecimiento y diversificación de fuentes de energía, dentro de un coste razonable de aprovisionamiento.

Además, el empleo que genera la minería subterránea, 4,6 puestos de trabajo directos y 8,1 totales por cada 1.000 Tec. producidas, hacen esta actividad atractiva bajo el punto de vista de la generación de empleo.

### Reservas de carbón

Finalmente, otro de los objetivos del Plan Económico del Gobierno, como es la contención de la salida de divisas, se consigue con el aumento de la producción nacional de carbón.

Sin embargo, el PEN señala que el aumento de la producción nacional debe realizarse teniendo en cuenta los siguientes condicionantes básicos:

- Una explotación racional de las reservas carboníferas de España.
- El ritmo de crecimiento de la producción debe ser consistente con el aumento previsto de su consumo final, especialmente con el termoeléctrico.
- El coste medio del carbón nacional debe mantenerse, en términos reales, durante el período de la planificación.

### LAS NUEVAS ENERGIAS NO PODRAN SUSTITUIR A LAS CLASICAS A CORTO O MEDIO PLAZO

La combustión del carbón pulverizado tal como se utiliza actualmente para la producción de energía eléctrica, permanecerá competitiva probablemente hasta finales de siglo. Esta es una de las conclusiones de la monografía sobre nuevas energías y tecnologías para la

producción de electricidad, elaborada por el Instituto de la Ingeniería de España.

El estudio analiza las posibilidades españolas en el campo de nuevas tecnologías aplicables a los métodos clásicos de producción de energía eléctrica y analiza también las denominadas nuevas energías, como son la de origen solar, eólica, geotérmica, biomasa y energía nuclear de fusión.

Otra de las conclusiones del estudio se refiere a que a corto plazo ninguna de las denominadas nuevas energías podrá proporcionar una aportación muy significativa al sector eléctrico.

El incremento de la energía de origen nuclear sin reactores reproductores, está limitado por las reservas de material fisible, mientras que los llamados reactores rápidos pueden ser una opción disponible dentro de quince o veinte años.

La energía eléctrica de origen solar, según el citado estudio, es un campo prometedor en nuestro país. Aunque su coste por kilovatio instalado no es todavía competitivo, su creciente disminución de costes y la aplicación de un factor de escala, hacen ver su futuro como altamente positivo.

### LA SIDERURGIA ESPAÑOLA RELANZA LA GUERRA CONTRA EL MAL DEL HIERRO

Las siderurgias españolas han relanzado la «guerra a la alcalisis del hierro y están dispuestas a ganarla en el próximo bienio». Eliminar este mal permitirá plasmar uno de los objetivos del Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales (PNAMPM), cuya revisión se perfila para el próximo trienio: autoabastecerse de hierro nacional.

Para ganar esa guerra hay que superar previamente sucesivas batallas, todas esencialmente tecnológicas. Ya no encierra dificultad importante eliminar la alcalisis del mineral de hierro. Ensidesa es pionera en ese proceso, habiendo llegado a cotas de purificación del 70 por 100. El «handicap» reside ahora en cómo evitar las nefastas consecuencias ecológicas emanadas de la técnica aplicada.

La siderurgia integral asturiana investiga desde mediados de la década pasada el problema alcalisis habiendo llegado a aplicar un proceso consistente en añadir una disolución de cloruro de calcio al mineral que alimenta el «sinter» (proceso de aglomeración de fino de hierro en los altos hornos). Durante la sinterización, dicha disolución reacciona con el sodio, potasio, plomo, cinc, etc..., formando cloruros volátiles eliminables por la chimenea. Aquí residía el problema fundamental. Esos humos salían al exterior, depositando polvos cargados de cloruros con componentes metálicos y no metálicos.

Y en esta fase de la «guerra» están nuestros técnicos. La Dirección General de Minas del Ministerio de Industria y Energía aprobó el pasado año, con fondos del Pnampm (unos 20 millones), una planta capaz de filtrar los humos contaminados y recuperar los polvos con mineral por ellos portados. Esa planta fue instalada en una de las máquinas de sinterización de Ensidesa. El resultado ha sido escasamente positivo.

Y, sin embargo, procesos similares funcionan con pers-

pectivas optimistas en otros países. Sudáfrica, que padece también el mal alcalítico del hierro, ha logrado ya algunos resultados positivos en el complejo siderúrgico integral de Iscor. Esta siderurgia, que inició las investigaciones con posterioridad a Ensidesa, también espera ganar la batalla de la alcálisis. Viene aplicando procedimientos similares a Ensidesa, aunque enfoca ya sus investigaciones hacia otros campos, como los basados en los filtros electrostáticos, secos o húmedos. Un equipo de expertos españoles viajó recientemente a Sudáfrica para contrastar experiencias.

Con unas inversiones previstas de más de 1.000 millones, en el próximo año se afrontará la construcción de una o varias plantas más de eliminación de polvo de los humos, de modo que puedan entrar en funcionamiento durante el año 1986.

El objetivo de la Dirección General de Minas, vía PNAMPM, es devolver el hierro nacional al primer plano del consumo interno en el próximo trienio. Ahora mismo, aunque la producción total es de 7,3 millones de toneladas y el consumo pasa de 5,6, resulta que exportando únicamente 1,7 millones de toneladas importamos cuatro millones de toneladas, millón y medio menos de las que consumimos. Un negocio ciertamente ruinoso, cuando nuestra capacidad de autoabastecimiento, está comprobado. La alcálisis tiene la culpa. Ese mal del hierro es en buena parte culpable del cierre de centros mineros en los últimos tres años (Cala, San Guillermo, Coto Wagner) o de la situación crítica de Ojos Negros.

#### **ORO: CRECIO LA PRODUCCION ESPAÑOLA**

La producción de oro y plata en la provincia de Huelva durante 1983 experimentó un sensible incremento con referencia al ejercicio precedente. A este respecto, en la nueva explotación de La Lapilla se trataron 145.000 toneladas de tierras auríferas, de las que se obtuvieron 60 kilos de oro y 558 de plata.

La empresa Río Tinto Minera trató en sus instalaciones de Cerro Colorado cerca de dos millones de toneladas de gossan, de las que recuperó 1,90 gramos de oro por tonelada.

#### **EL YACIMIENTO DE WOLFRAMIO EN GUIJUELO PODRA ENTRAR EN EXPLOTACION EN 1985**

Para finales del próximo año se considera podrá entrar en explotación el yacimiento de wolframio de Guijuelo (Salamanca). Este yacimiento es considerado uno de los más rentables del mundo, con unas reservas que superan los 100 millones de toneladas de este mineral con alta ley. En dicho yacimiento se están realizando trabajos de preparación de la mina, así como los correspondientes a la planta de tratamiento.

#### **APARECEN NUEVAS BOLSAS DE AGUA CALIENTE EN EL SUBSUELO DE MADRID**

Bajo el suelo de Madrid han aparecido nuevas e importantes bolsas de agua. En algunos casos se trata de acuíferos de gran pureza, sin contaminación bacteriológica, con una calidad estimable para el consumo humano. Pero al mismo tiempo, estas aguas subterráneas tienen unas condiciones térmicas que pueden hacerlas rentables en cuanto a explotación energética se refiere.

En un amplio triángulo de la zona Norte de la provincia, más concretamente en Tres Cantos-Alcobendas, el agua aflora a la superficie a una temperatura de 70 a 80 grados centígrados. En la zona de El Pardo llega a 23 grados y se espera captar nuevas bolsas de agua con propiedades térmicas en puntos de Colmenar Viejo, Majadahonda y Alcorcón.

Las explotaciones de estos acuíferos pueden ser inmediatas en cuanto a su aprovechamiento como agua potable; respecto al rendimiento de las condiciones térmicas todo está pendiente de un proyecto más amplio contemplado en el futuro Plan Energético Nacional, de ahí que se hayan paralizado los sondeos iniciados en el yacimiento de Tres Cantos.

#### **Los pozos de El Pardo**

El agua que surge de los pozos sondeados en la zona de El Pardo, aflora a 23 grados de temperatura, calorías que se pierden actualmente al verter estas aguas al gran depósito de El Goloso, desaprovechando una fuente energética importante. La riqueza acuífera del subsuelo de Madrid no es un hecho de reciente descubrimiento. Muchos de los municipios de la región, antes de ser abastecidos por el Canal de Isabel II, se surtían de pozos. El gran desarrollo urbanístico hizo que estos pozos se agotaran.

Junto a la tapia de El Pardo se ha perforado un nuevo pozo que supone un caudal de 70 litros por segundo. La Sociedad Agua y Suelo explota actualmente otros siete pozos con un caudal de 330 litros por segundo, que se incorporan al suministro normal del Canal de Isabel II. En la misma zona de El Pardo hay previsiones de abrir otros dos pozos a una profundidad de 450 a 500 metros, que también serán incorporados a la red general de abastecimiento.

Cuando los pozos en perspectiva sean explotados, se obtendrá un caudal de unos 200 litros por segundo más. Pero hay otro proyecto importante que piensa poner en marcha el Servicio Geológico de Obras Públicas en colaboración con el Canal de Isabel II. Se trata del reequipamiento de pozos que un día estuvieron en explotación y que quedaron fuera de servicio al conectarse los municipios a la red general del Canal.

Se da la circunstancia de que, hasta la conexión con la red general de distribución de agua, los municipios que estaban soportando un gran asentamiento urbano y necesitaban agua para su abastecimiento perforaron un número de pozos superior a las posibilidades acuíferas

del subsuelo, lo que provocó el agotamiento de muchos de ellos y que ahora pueden ser recuperados de nuevo con una explotación racional. Tales son los casos de los pozos abiertos en Fuenlabrada, Móstoles y Parla.

La zona sur de Madrid es rica en yacimientos de agua, muchos de ellos con propiedades térmicas, pero la suprautilización que se ha hecho de éstos hizo que aumentaran sensiblemente los riesgos de salinización que inutilizaban el agua para el consumo humano. Ahora se trata de llevar a cabo una serie de estudios tendentes a evitar la sobreexplotación de dichos acuíferos, garantizando el que el ritmo de renovación de las corrientes subterráneas sea consecuente con las posibilidades de extracción.

Para controlarlos basta con situar a determinada distancia del nivel del pozo piezómetros de control que mar-

can la evolución del manto freático. En la zona de Torrelaguna también se han detectado importantes yacimientos acuíferos, lo que ocurre es que la composición geológica del terreno es fundamentalmente caliza. Sin embargo, se ha descubierto un pozo que proporciona un caudal de 30 litros por segundo y que se incorporará próximamente a la red general de abastecimiento del Canal de Isabel II.

Con los pozos actualmente en explotación y aquellos que están en estudio, unidos a los que el Servicio Geológico de Obras Públicas ha habilitado en la carretera de Colmenar, Majadahonda y Alcorcón, puede obtenerse una producción de 4.000 litros por segundo, cantidad que significa cubrir el 7 por 100 del consumo global de agua en Madrid.

## Notas bibliográficas

### GEOLOGIA GENERAL

840509. Programa Internacional de Correlación Geológica.

*Bol. inf. PICG* (1981), núm. 6, 83 p., esp., bibl. IGME.

\* Informe actividad, Informe anual, PICG, España.

### ESTRATIGRAFIA

840099. Características litológicas del subsuelo de la zona de Torrejón de Ardoz-Alcalá de Henares, Madrid.

VILLARROYA GIL, F. I.

*Tecniterrae* (1983), núm. 53, pp. 72-79, ref. 22, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Neógeno, Sedimentación detrítica, Sedimentación química, Medio continental, Cuaternario, Terraza, Provincia Madrid.

840248. *Donnees stratigraphiques et paleogeographiques nouvelles sur le Cretace superieur aux confins des chaines Iberique et Catalane (Espagne)*. CADILLAC, H., y CANNEROT, J.

*Acta Geol. Hisp.* (1978), vol. 13, núm. 5, pp. 155-158, ref. 12, fran., res. esp., bibl. IGME.

\* Cretácico, Pliegue, Anticlinal, Corte geológico, Roca carbonatada, Fauna, Fauna ostrácodo, Paleogeografía, Transgresión, Epirogenesis, Macizo ibérico, Cadena costero catalana, Provincia Tarragona.

840510. Proyecto núm. 4: Triásico del dominio del Tetys. Proyecto núm. 106: Evolución geológica de la etapa Permo-Triásica. VIRGILI, C.

*Bol. inf. PICG* (1981), núm. 6, pp. 16-25, ref. 61, esp., bibl. IGME.

\* Pérmico, Límite estratigráfico, Bioestratigrafía, Tetys, PICG.

### GOMORFOLOGIA

840095. Glacis en el Valle del río Guadalquivir, NE de la provincia de Jaén. ZAFRA GADEO, M.

*Tecniterrae* (1983), núm. 53, pp. 34-42, ref. 12, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Glacis, Terraza, Costra calcárea, Acción climática, Curso agua, Pleistoceno, Provincia Jaén.

840144. Características geomorfológicas y evolución del medio litoral de la zona de Empuries, Girona. MARQUES, M. A., y JULIA, R.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 5, pp. 155-165, ref. 9, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Golfo, Morfología costa, Paleorrelieve, Variación nivel, Regresión, Duna litoral, Holoceno.

840153. El complejo cárstico-yesífero subterráneo «Pedro Fernández» Estremera, provincia Madrid. ALMENDROS COCA, M. A., y ANTON BURGOS, F. J.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 5, pp. 333-341, ref. 8, esp., res. fran., bibl. IGME.

\* Karst, Morfología disolución, Disolución, Diaclasa, Neotectónica, Evaporita, Burdigaliense, Mioceno medio.

840154. El retroceso glaciar en las gargantas de Barbellido y de las Pozas (Macizo Central de Gredos, Avila). ACASO, E.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 5, pp. 345-364, ref. 8, esp., res. fran., bibl. IGME.

\* Morfología glaciar, Glaciar, Morrena, Ablación, Sedimentación fluvio-glaciar, Terraza, Pleistoceno superior, Würm, Provincia de Avila, Sierra de Gredos.

840157. Los piedemontes cuaternarios de la región de Almería (España). Análisis morfológico y relación con la Neotectónica. GOY, J. L., y ZAZO, C.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 5, pp. 397-419, ref. 11, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Cono aluvial, Glacis, Falla, Control tectónico, Neotectónica, Ciclo sedimentario, Pleistoceno, Holoceno, Provincia Almería.

840258. Estudio geomorfológico de los alrededores de la Sierra de Atapuerca, Burgos. ZAZO, C.; GOY, J. L., y HOYOS, M.

*Estud. geol. (Madr.)* (1983), vol. 39, núm. 3-4, pp. 179-185, ref. 12, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Superficie erosión, Relieve estructural, Glacis, Fanglomerado, Terraza, Karst, Mapa geomorfológico, Terciario, Pleistoceno, Conglomerado, Provincia Burgos, Cuenca Duero.

840375. Influencia de la litología en los fenómenos de erosión de suelos en la región murciana. ORTIZ SILLA, R.

*An. Univ. Murcia. Cienc.* (1983), vol. 41, núm. 1-4, pp. 199-208, ref. 7, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Erosión suelo, Morfología erosión, Roca metamórfica, Roca carbonatada, Roca clástica, Provincia Murcia.

840411. Las cubetas de sobreexcavación glaciar de Bono y Barruera, Alta Ribagorça: Pirineo Central. VILAPLANA, J. M., y CASAS, A.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 6, pp. 283-309, ref. 11, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Depresión, Morfología glaciar, Morrena, Bed rock, Devónico, Nivel eléctrico, Resistividad eléctrica, Provincia Lérida, Pirineos Españoles.

### CUATERNARIO

840136. VII Reunión do Grupo Español de Trabajo de Cuaternario. VIDAL ROMANI, J. R., y VILAS MARTIN, F.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 5, 656 pp., esp., bibl. IGME.

\* Reunión, Cuaternario, España, Portugal.

840140. La secuencia malacológica de la cueva de Nerja (Málaga). Excavaciones de 1982. JORDA, J. F.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 5, pp. 55-71, ref. 18, esp., res. fran., bibl. IGME.

\* Caverna, Karst, Triásico, Paleolítico, Neolítico, Corte geológico, Fauna gasterópoda, Fauna pelecípoda, Fauna molusca, Provincia Málaga.

840148. Diferenciación geomorfológica de las arenas estabilizadas de la Reserva Biológica de Doñana, en base a la evolución edáfica. MERINO, J.; CLEMENTE, L.; SILVESTROM, P.; FIGUEROA, M. E., y PASCUAL, J.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 5, pp. 243-254, ref. 9, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Perfil suelo, Arena, Duna, Villafrancense, Superficie piezométrica, Pedogénesis, Análisis químico, Materia orgánica, Provincia Huelva.

840405. El complejo de dunas eólicas de la playa de Frouxeira, Meiras-Valdoviño y La Coruña. FLOR, G.; MARQUINEZ, J., y O'NEILL, A. C.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 6, pp. 155-187, ref. 28, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Duna costera, Playa, Morfología eólica, Clasificación, Granulometría, Medida asimétrica, Composición carbo-

natada, Método estadístico, Sedimentación litoral, Medio litoral, Ciclo sedimentario, Pleistoceno superior, Holoceno, Provincia La Coruña.

### GEOLOGIA MARINA

840251. Consideraciones sobre la dinámica sedimentaria actual en la plataforma continental del levante español entre Torreveja y Cabo de Palos. DIAZ DEL RIO, V., y REY, J.

*Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* (1983), vol. 1, núm. 1, pp. 119-130, ref. 17, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Sedimentación litoral, Medio litoral, Plataforma continental interna, Sedimentación marina, Textura, Granulometría, Variación espacial, Histograma, Dato submarino, Subsistencia, Provincia Alicante, Provincia Murcia, Mar Mediterráneo Oeste.

### GEOLOGIA DEL INGENIERO

840285. 2.ª Reunión nacional de geología ambiental y ordenación del territorio, Lleida, junio 1983.

*Grupo esp. geol. amb. AGE* (1983), 3 vol., esp., bibl. IGME.

\* Reunión, Geología ambiental, Estudio medio, Planificación regional.

840286. 2.ª Reunión nacional de geología ambiental y ordenación del territorio, Lleida, junio 1983. Guía de excursiones. ZARROCA BONET, M.; TRILLA ARRUFAT, J., y ESTALRICH LOPEZ, J.

*Grupo esp. geol. amb. AGE* (1983), 54 pp., esp., bibl. IGME.

\* Libro guía, Excursión, Geomorfología, Geotectónica, Provincia Lérida.

840291. La geología ambiental en la evaluación del territorio para usos agrícolas. CENDRERO UCEDA, A., y TRILLA ARRUFAT, J.

*2.ª Reunión nacional de geología ambiental y ordenación del territorio, 1983, Lérida, Comunicaciones; Grupo esp. geol. amb. AGE* (1983), pp. 11-58, ref. 25, esp., bibl. IGME.

\* Metodología, Estudio medio, Geología medio ambiente, Cartografía, Planificación regional, Utilización terreno, Agricultura, Provincia Santander.

840298. Influencia humana en el litoral. DABRIO GONZALEZ, C. J., y POLO CAMACHO, M. D.

*2.ª Reunión nacional de geología ambiental y ordenación del territorio, 1983, Lérida, Comunicaciones; Grupo esp.*

geol. amb. AGE (1983), pp. 122-131, ref. 7, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Morfología costa, Acción hombre, Ciclo sedimentario, Medio litoral, Sedimentación litoral, Holoceno, Provincia Murcia, Mar Mediterráneo Oeste, Provincia Cádiz, Atlántico Nor-este.

840329. **Los ensayos «in situ» en la mecánica del suelo. Tomo I. Ejecución e interpretación.** CASSAN, M.

Ed. tec. as., s. a. Barcelona (1982), 492 pp., ref. 102, esp., bibl. IGME.

\* Ensayo «in situ», Mecánica suelo, Propiedad mecánica, Resistencia cizallamiento, Penetrometría, Ensayo placa, Tensión, Deformación bajo presión.

840380. **Dilatación lineal térmica del granito.** GASCON, F., y BALBAS, N.

Bol. geol. mín. (1983), vol. 94, núm. 5, pp. 441-447, ref. 4, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Granito, Dilatación, Temperatura, Ensayo laboratorio, Instrumentación, Metodología, Normalización, Dato.

840386. **Análisis de los fenómenos de expansión de una formación de margas yesíferas.** SERRANO, A.; OTERO, C.; DAPENA, E., y MARTIN VINAS, J.

Bol. Inf. Lab. Carret. Geotec. (1981), núm. 146, pp. 9-16, ref. 2, esp., bibl. IGME.

\* Marga, Material expansivo, Ensayo laboratorio, Difracción RX, Anhidrita, Hidratación, Arcilla mineral, Mioceno, Aragón, Cataluña, Región Valenciana.

840388. **Predicción de asentos de grupos de pilotes mediante teorías simples.** CASANOVAS, J. J., y ALONSO, E. E.

Bol. Inf. Lab. Carret. Geotec. (1981), núm. 146, pp. 23-35, ref. 13, esp., bibl. IGME.

\* Fundación, Arcilla geotécnica, Arena, Compresión oedométrica, Compresión triaxial, Compresión uniaxial, Medio elastoplástico, Delta, Cuenca Llobregat, Provincia Barcelona.

## PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS

830920. **Un macho adulto de tortuga gigante del Mioceno de Arévalo (Ávila).** JIMENEZ FUENTES, E., y CARBAJOSA, E.

Studia Geologica Salmanticensis (1982), vol. 17, pp. 21-31, ref. 21, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Chelonia, Anatomía esqueleto, Biometría, Mioceno superior, Vallesense, Provincia Avila.

830927. **Primer ciclo de conferencias de Paleontología.** Studia Geologica Salmanticensis (1982), vol. 17, pp. 119-131, esp., bibl. IGME.

\* Reunión, Paleontología, Terciario, España.

840145. **El Equus Stenonis Cocchi como indicador bioestratigráfico del Plio-Pleistoceno en Italia y España.** ALBERDI, M. T., y BONADONNA, F. P.

Cuad. lab. xeol. Laxe (1983), vol. 5, pp. 169-187, ref. 34, esp., res. ing. bibl. IGME.

\* Hippomorfa, Equus, Evolución biológica, Fósil característico, Villafranchense, Bioestratigrafía, Correlación, España, Italia.

## PALEONTOLOGIA DE INVERTEBRADOS

830922. **Ostracofauna del Neógeno de Niebla (Huelva).** GONZALEZ DELGADO, J. A.; CIVIS, J., y SIERRA, F. J. Studia Geologica Salmanticensis (1982), vol. 17, pp. 43-65, ref. 25, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Fauna Ostrácoda, Ostrácoda, Podocopila, Coquilla, Plioceno, Provincia Huelva.

830923. **Estudio de los foraminíferos del Neógeno de Niebla (Huelva).** SIERRA, F. J.; CIVIS, J., y GONZALEZ DONOSO, J. A.

Studia Geologica Salmanticensis (1982), vol. 17, pp. 67-87, ref. 16, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Fauna foraminífera, Microfósil, Bioestratigrafía, Corte geológico, Neógeno, Provincia Huelva.

840226. **Foraminifera from de Lower Oxford Clay (Callovium stage) of the Normaris Cross Pit, near Peterborough, Cambridgeshire.** MEDD, A. W.

Rev. esp. micropaleontol. (1983), vol. 15, núm. 2, pp. 221-240, ref. 13, ing., res. esp., bibl. IGME.

\* Fauna foraminífera, Asociación fósil, Nuevo taxón, Inventario Calloviense, Corte geológico, Microfósil.

840258. **Programa FORTRAN para el estudio biométrico de braquilópodos.** ALVAREZ, F., y BRIME, C.

Estud. geol. (Madr.) (1983), vol. 39, núm. 3-4, pp. 187-191, ref. 12, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Programa ordenador, Fortrán, Biometría, Fauna braquilópoda, Método estadístico, Alometría.

840400. **Presencia del Wenlock inferior en la Sierra de Tamames, Salamanca.** JIMENEZ FUENTES, E.

Cuad. lab. xeol. Laxe (1983), vol. 6, pp. 65-70, ref. 8, esp., bibl. IGME.

\* Fauna Graptolito, Fauna específica, Bioestratigrafía, Llanvirn, Llandovery, Ludlow, Wenlock, Provincia Salamanca, Hercínico Centro.

## PALEOBOTANICA

840228. **Some Late Cretaceous and Early Tertiary Pteridophytic spore from the Southern Nigeria sedimentary Basin.** SALAMI, M. B.

Rev. esp. micropaleontol. (1983), vol. 15, núm. 2, pp. 257-272, ref. 26, ing., bibl. IGME.

\* Palinomorfa, Espora, Clasificación, Asociación fósil, Biometría, Paleoceno, Eoceno, Campaniense, Corte geológico.

## TECTONICA

840013. **Hercínico de la Península Ibérica. 7.ª Reunión sobre la Geología del Oeste Peninsular. Madrid, septiembre 1981.** FUSTER CASAS, J. M. Coord.

Cuad. Geol. Iber. (1983), núm. 7, 682 pp., esp., bibl. IGME.

\* Reunión, Roca ígnea, Roca metamórfica, Tectónica, Hercínico Centro, Hercínico Sur, Macizo Galaico.

840015. **Excursión sobre el metamorfismo y estructura de las series preordovícicas del Sistema Central y plutonismo asociado. 7-10 septiembre de 1981.** ALVARADO, M.; BELLIDO, F.; CAPOTE, R.; CASQUET, C.; FERNANDEZ CASALS, M. J.; FUSTER, J. M.; GONZALEZ LODEIRO, F.; NAVIDAD, M.; PEINADO, M., y VILLASECA, C.

Cuad. Geol. Iber. (1983), núm. 7, pp. 53-97, ref. 75, esp., bibl. IGME.

\* Libro guía, Excursión, Precámbrico, Roca ígnea, Roca metamórfica, Tectónica, Hercínico Centro.

840039. **Tectónica y metamorfismo del macizo Hercínico de Honrubia (provincia de Segovia).** CAPOTE, R.; CASQUET, C., y GONZALEZ CASADO, J. M.

Cuad. Geol. Iber. (1983), núm. 7, pp. 441-454, ref. 19, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Falla, Orogenia hercínica, Tectónica superpuesta, Deformación, Volcanosedimentario, Gneis, Metamorfismo regional, Metamorfismo débil, Metamorfismo fuerte, Recristalización, Cámbrico, Ordovícico inferior, Provincia Segovia, Hercínico centro.

840041. **Investigación de la posición estructural del complejo de Cabo Ortegale en base a datos gravimétricos y magnetométricos.** CARBO, A.; MARTINEZ, J. R., y CASANO, S.

Cuad. Geol. Iber. (1983), núm. 7, pp. 471-487, ref. 35, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Síntesis bibliográfica, Pliegue, Pliegue sinforma, Alcotonia, Anomalía Bouguer, Anomalía residual, Anomalía magnética, Roca metamórfica, Falla, Densidad, Susceptibilidad magnética, Tratamiento datos, Modelo dos dimensiones, Provincia La Coruña, Cabo Ortegale.

840049. **Características principales de la fracturación tardihercínica en un segmento del Sistema Central español.** UBANELL, A. G.

Cuad. Geol. Iber. (1983), núm. 7, pp. 591-605, ref. 15, esp., bibl. IGME.

\* Fracturación, Red fracturas, Fractura, Falla, Geometría, Dinámica, Orogenia hercínica, Hercínico Centro, Provincia Madrid, Provincia Avila.

840158. **Tectónica cuaternaria en el área de La Almuña (Provincia de Zaragoza).** GUTIERREZ ELORZA, M.; SIMON GOMEZ, J. L., y SORIANO, A.

Cuad. lab. xeol. Laxe (1983), vol. 5, pp. 421-428, ref. 4, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Depresión, Glacis, Cuesta, Deformación, Discordancia angular, Neotectónica, Fractura, Falla, Plioceno, Cuaternario, Provincia Zaragoza.

840255. **Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas.** SAN DE GALDEANO.

Estud. geol. (Madr.) (1983), vol. 39, núm. 3-4, pp. 157-165, ref. 32, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Fractura, Red fractura, Zona fallada, Cabalgamiento, Geometría, Mecánica, Colisión placa, Sismicidad, Zona Bética, Cordillera bética.

840511. **Proyecto núm. 5: Correlación de los acontecimientos pre-variscos y variscos en las Cordilleras mediterráneo-alpinas.** JULIVERT, M.

Bol. Inf. PICG (1981), núm. 6, pp. 26-29, ref. 1, esp., bibl. IGME.

\* Orogenia hercínica, Tectónica zócalo, PICG, Zona Bética, Cadena costero catalana.

## HIDROLOGIA

830992. **Análisis del fenómeno del drenaje diferido mediante el método de Neuman en el acuífero detrítico de la fosa del Tajo.** LOPEZ PALANCAR, J. J., y MARTINEZ ALFARO, P. E.

Cuarta Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica. Instituto Geográfico Nacional (1983), vol. 3, pp. 1581-1587, ref. 5, esp., bibl. IGME.

\* Ecuación matemática, Manto libre, Transmisibilidad, Porosidad, Permeabilidad, Drenaje terreno, Terciario, Roca clástica, Cuenca Tajo, Provincia Madrid, Método de Neuman, Drenaje diferido.

840096. **Estudio de la calidad química de las aguas del Campo de Dallas.** MARTINEZ-VIDAL, J. L., y GONZALEZ-MURCIA, V.

Tecniterrae (1983), núm. 53, pp. 43-47, ref. 15, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Calidad agua, Salinidad, Dureza agua, Intrusión agua salada, Conductividad eléctrica, Polución, Agua subterránea, Provincia Almería.

840161. **Paleohidrología del borde NW de la fosa de Madrid.** LOPEZ-VERA, F.

Cuad. lab. xeol. Laxe (1983), vol. 5, pp. 463-482, ref. 26, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Hidrodinámica, Agua subterránea, Manto agua, Recarga manto, Datación, C-14, O-18, Terciario, Cuaternario, Provincia de Madrid, Cuenca Tajo.

## MINERALOGIA: GENERALIDADES

840328. **La gran aventura del cristal.** AMOROS, J. L. Univ. Complutense Madrid (1978), pp. 327, esp., bibl. IGME.

\* Cristal, Historia, Cristalografía, Cohesión, Propiedad óptica, Estructura cristalina, Grupo espacial.

840370. Estudios térmicos sobre minerales de interés metalúrgico. Cinética de la descomposición térmica de crisocola y brocantita, y estudio mineralógico. ALCARAZ, D.; ARANA, R.; GALVEZ, J., y PALAZON, J.

*An. Univ. Murcia. Cienc.* (1983), vol. 39-40, núm. 1-4, pp. 55-67, ref. 22, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Crisocola, Sorosilicato, Bronchantita, Sulfato, Análisis térmico, Dato ATD, Dato ATG, Difracción RX, Dato RX, Deshidratación, Energía activación, Diagrama polvo.

## MINERALOGIA: SILICATOS

840125. Interacción entre la fase líquida y las micas. Influencia de la concentración salina de cuatro soluciones ácidas, en la evolución provocada en la biotita. VICENTE HERNANDEZ, M. A., y ROBERT, M.

*Anu. Cent. Edafol. Biol. Apl. CSIC (Salamanca)* (1977), pp. 179-188, ref. 5, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Alteración química, Biotita, Solución acuosa, Composición ácida, Estructura cristalina, Fórmula, Datos RX, Grupo micas.

840263. Estudio colorimétrico de las variedades verdes del berilo-esmeralda. MÖLLER, R.

*Gemología (Barc.)* (1982), vol. 17, núm. 55-56, pp. 5-56, esp., bibl. IGME.

\* Ciclosilicato, Berilo, Esmeralda, Gema, Inclusión, Clasificación, Estructura cristalina, Hábito, Propiedad física, Yacimiento hidrotermal, Mina, Inventario, Génesis.

840374. Los granates del tramo del núcleo de la Sierra de los Santos, Córdoba. PEREZ LORENTE, F., y ARANA CASTILLO, R.

*An. Univ. Murcia. Cienc.* (1983), vol. 41, núm. 1-4, pp. 179-189, ref. 14, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Granate, Grupo granate, Propiedad óptica, Dato RX, Análisis químico, Metamorfismo regional, Grado metamórfico, Provincia Córdoba.

840505. Estudio de la superficie y de la textura de bentonitas homolónicas. I. Superficie específica y porosidad. GONZALEZ-PRADAS, E.; LOPEZ GONZALEZ, J. D.; REY BUENO, F. del., y VALENZUELA, C.

*An. edafol. agrobiol.* (1983), vol. 42, núm. 3-4, pp. 507-522, ref. 19, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Grupo arcilla mineral, Bentonita, Porosidad, Superficie específica, Análisis térmico, Absorción.

840507. Estudios térmicos sobre minerales de interés metalúrgico. II. Hemimorfita: cinética de la descomposición y estudio cristalográfico. ARANA, R., y GALVEZ, J.

*An. Univ. Murcia. Cienc.* (1983), vol. 42, núm. 1-4, pp. 125-135, ref. 14, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Sorosilicato, Hemimorfita, Ensayo laboratorio, Análisis térmico diferencial, Análisis termogravimétrico, Energía activación, Propiedad óptica, Índice refracción, Estructura cristalina.

## MINERALOGIA: NO SILICATOS

840086. La pseudobrookita como especie mineral en la jumillita de la Cella, Murcia (España). CORDOBA, F.

*SEM* (1983), vol. 2, núm. 3, pp. 9-10, ref. 6, esp., bibl. IGME.

\* Pseudobrookita, Titanomagnetita, Oxido, Historia, Génesis, Paragénesis, Sistema cristalino, Provincia Murcia.

840128. Efectos de algunos colorantes orgánicos en la cristalización orientada del  $\text{INH}_4$  sobre moscovita. ALVAREZ, C.; MORANTE, N., y RODRIGUEZ, J.

*Anu. Cent. Edafol. Biol. Apl. CSIC (Salamanca)* (1977), pp. 229-236, ref. 2, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Yoduro, Amonio, Cristalización, Orientación, Colorante, Materia orgánica, Moscovita.

840129. Niveles de boro en suelos salinos de la depresión media del Ebro. CUCHI, J. A.; MACHIN, J., y ALBERTO, F.

*Anu. Cent. Edafol. Biol. Apl. CSIC (Salamanca)* (1977), pp. 249-265, ref. 23, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Suelo, Suelo halomorfo, Toxicidad, Boro, Ión, Análisis elementos traza, Agua superficial, Agua subterránea, pH, Histograma, Conductividad eléctrica.

840245. Inclusiones fluidas en material filoniano del Valle de Ribes, Pirineos orientales, España. AYORA, C.

*Acta Geol. Hisp.* (1979), vol. 13, núm. 5, pp. 163-169, ref. 8, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Filón, Cuarzo, Tungsteno, Schelita, Inclusión fluida, Instrumentación, Temperatura, Salinidad, Gas carbónico, Geotermometría, Pirineos Españoles, Provincia Gerona.

## PETROLOGIA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

840008. El complejo de manglar del Mioceno terminal de la isla de Mallorca. Fornos, J. J., y POMAR, L.

*Boll. Soc. Hist. Nat. Baleares* (1982), vol. 26, pp. 207-228, ref. 29, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Manglar, Ecosistema, Mioceno superior, Ciclo sedimentario, Calcarenita, Arcilla, Estructura sedimentaria, Bioturbación, Fauna, Discontinuidad, Superficie erosión, Mallorca, Baleares.

840054. Morfoestructura y sedimentación terciarias en el Valle de Amblés (Sistema Central Español). GARZON, G.; UBANELL, A. G., y ROSALES, F.

*Cuad. Geol. Iber.* (1983), núm. 7, pp. 655-665, ref. 20, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Ciclo sedimentario, Nivel geofísico, Método gravimétrico, Horst, Graben, Depresión, Terciario, Arena, Arcosa, Conglomerado.

840308. Estudio sobre la alteración de las areniscas de Villamayor. CORROCHANO, A.; CARBALLEIRA, J.; MARTIN POZAS, J. M.; CARABIAS, R.; HERNANDEZ MENDEZ, J.; ALONSO, A.; JIMENEZ, O., y SANCHEZ, E.

2.ª Reunión nacional de geología ambiental y ordenación del territorio 1983, Lérida, Comunicaciones; Grupo esp. geol. amb. AGE (1983), pp. 358-388, ref. 19, esp., bibl. IGME.

\* Arenisca, Grauwacka, Composición mineralógica, Alteración meteórica, Mineral pesado, Difracción RX, Permeabilidad, Provincia Salamanca.

840377. Posibilidades ligníferas de la cuenca Neógena de Ademuz (Fosa de Teruel). ARCE, M.; BOQUERA, J.; CALDERON, J.; DABRIO, C., y ZAPATERO, M. A.

*Bol. Geol. Min.* (1983), vol. 94, núm. 5, pp. 415-425, ref. 10, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Depresión, Control tectónico, Sedimentación lacustre, Medio lacustre, Sedimentación fluvial, Medio fluvial, Llanura inundación, Mioceno, Vindoboniense, Vallesiense, Turoniense, Plioceno, Conglomerado, Caliza, Lignito, Paleogeografía, Provincia Valencia.

## PETROLOGIA DE ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS

830919. Estudio del metamorfismo existente en torno al granito de Lumbrales (Salamanca). CARNICERO, A.

*Studia Geologica Salmanticensis* (1982), vol. 17, pp. 7-20, ref. 39, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Roca clástica, Metamorfismo regional, Migmatización, Anatexia, Facies metamórfica, Alta presión, Alta temperatura, Diagrama equilibrio, Provincia Salamanca.

830921. Interpretation of some stretching fabrics. A modal. CASTRO, A.

*Studia Geologica Salmanticensis* (1982), vol. 17, pp. 33-41, ref. 23, ing., res. esp., bibl. IGME.

\* Tectonita, Petrofábrica, Génesis, Reología, Modelo físico, Presión, Temperatura.

830924. Estudio geológico del campo filoniano de la Fregeneda (Salamanca). LOPEZ PLAZA, M.; CARNICERO, A., y GONZALO, J. C.

*Studia Geologica Salmanticensis* (1982), vol. 17, pp. 89-98, ref. 11, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Filón, Pegmatita, Orientación, Esquistosidad, Paragénesis, Roca encajante, Roca metasedimentaria, Orogenia hercínica, Tectónica superpuesta, Deformación, Provincia Salamanca.

840016. Presencia de pillow-lavas en las metavolcanitas submarinas de las proximidades de Espesante, cabo Ortegá, NW de España. ARENAS, R., y PEINADO, M.

*Cuad. Geol. Iber.* (1983), núm. 7, pp. 105-119, ref. 26, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Roca metavolcánica, Silixita, Ofiolita, Pillow-lava, Dique, Alteración hidrotermal, Metamorfismo regional, Di-

namometamorfismo, Silúrico, Provincia La Coruña, Cabo Ortegá.

840019. Rocas ultrabásicas metamorizadas en el grupo de Annaga (Anticlinorio Badajoz-Cáceres). CHACON, J., y VELASCO, F.

*Cuad. Geol. Iber.* (1983), núm. 7, pp. 151-159, ref. 33, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Roca metamórfica, Facies granulita, Anfibolita, Ultrabásita, Serpentinita, Composición mineralógica, Análisis modal, Magmatismo, Datación, Paleogeografía, Microplaca, Provincia Badajoz, Hercínico Sur.

840135. Relaciones entre el quimismo mineral y la intensidad del metamorfismo experimentada por los niveles calcáreos preordovícicos de la Sierra de Guadarrama, Sistema Central Español. APARICIO YAGUE, A., y GARCIA CACHO, L.

*Bol. Geol. Min.* (1983), vol. 94, núm. 4, pp. 76-90, ref. 23, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Metapelita, Composición carbonatada, Textura, Análisis químico, Granate, Anfíbol, Clinopiroxeno, Plagioclasa, Condición presión-temperatura, Isograda, Facies metamórfica, Dinamometamorfismo, Metamorfismo regional, Metamorfismo progresivo.

840266. La erupción del Krakatoa. FRANCIS, P., y SELF, J.

*Invest. cienc.* (1894), núm. 88, pp. 88-101, ref. 5, esp., bibl. IGME.

\* Erupción, Volcán, Explosión, Condición hipovolcánica, Colada, Piroclasto, Tsunami, Krakatoa, Indonesia.

840315. Factores geológicos en la ordenación-gestión del Parque Nacional de la caldera de Taburiente, La Palma, Islas Canarias. COELLO, J.

2.ª Reunión nacional de geología ambiental y ordenación del territorio 1983, Lérida, Comunicaciones; Grupo esp. geol. amb. AGE (1983), pp. 516-532, ref. 18, esp., bibl. IGME.

\* Depresión, Roca volcánica, Basalto, Vulcano-sedimentario, Protección medio ambiente, Catástrofe natural, Previsión planificación, Fuente, Canarias.

840330. Los volcanes de las Islas Canarias. ARAÑA, V., y CARRACEDO, J.

*Rueda. Madrid* (1978-1980), 3 vol., esp., ing., bibl. IGME.

\* Volcán, Morfología volcánica, Roca volcánica, Manifestación volcánica, Canarias, Gran Canaria, Lanzarote, Fuerteventura, Tenerife.

840398. Aplicación de un banco de datos a la caracterización geoquímica y metalogenética de los granitoides hercínicos del NW de España. BARRERA, J. L.; BELLIDO, F.; BRANDLE, J. L., y PEINADO, N.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 6, pp. 9-29, ref. 10, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Geoquímica, Granito, Granito biotítico, Granito dos micas, Postectónico, Análisis químico, Análisis modal, Histograma, Análisis factorial, Análisis discriminante, Metalogenia, Orogenia Hercínica, Macizo Galaico, Galicia.

840419. Pegmatitas en materiales metamórficos del norte de la provincia de Córdoba. Mineralogía y posibilidades económicas. CONTRERAS, M. C.; GARROTE, A., y SANCHEZ-CARRETERO, R.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 6, pp. 415-428, ref. 21, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Feldespato sustancia, Moscovita, Mica sustancia, Yacimiento metamorfo genético, Pegmatita, Metamorfismo alto grado, Precámbrico, Provincia Córdoba, Sierra Albarana, Villaviciosa de Córdoba.

## YACIMENTOLOGIA: GENERALIDADES

840397. **Minerais e rochas industriais. Reunión de xeoloxía e minería do noroeste peninsular, Sada, novembro 1982.**

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 6, 512 pp., esp., bibl. IGME.

\* Reunión, Geología, Sustancia útil, Galicia.

840423. **Aplicaciones de métodos geofísicos en prospección de recursos naturales en la zona centro de la provincia de Salamanca.** FERNANDEZ ALONSO, F., y GONZALO CORRAL, F. J.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 6, pp. 471-494, ref. 11, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Prospección minera, Método geofísico, Filón, Yacimiento estratiforme, Yacimiento diseminado, Yacimiento detrítico, Estaño sustancia, Tungsteno sustancia, Primario, Terciario, Granito, Agua subterránea, Provincia Salamanca, Hercínico Centro.

## YACIMENTOLOGIA DE METALES

840029. **Potencialidad metalogénica de las unidades exoendograníticas en el yacimiento Sn-W (Galicia, España).** ARRIBAS, A.; GAGNY, Cl.; HERMOSA, J. L.; NERSEN, G.; OVEJERO, G., y SERVAJEAN, G.

*Cuad. Geol. Iber.* (1983), núm. 7, pp. 339-351, ref. 12, esp., res. fran., bibl. IGME.

\* Filón, Yacimiento diseminado, Estaño sustancia, tungsteno sustancia, Roca encajante, Granito, Propiedad geológica, Análisis cuantitativo, Fluorescencia RX, Absorción mineral, Provincia Pontevedra.

840032. **Controle structural de la repartition des indices d'or filoniens de nord-ouest de la Peninsule Iberique.** GOUVANIC, Y.; COURRIOUX, G., y OVEJERO, G.

*Cuad. Geol. Iber.* (1983), núm. 7, pp. 353-367, ref. 34, franc., bibl. IGME.

\* Índice mineral, Oro sustancia, Estaño sustancia, Tungsteno sustancia, Control tectónico, Zona cizallamiento, Filón, Diaclasa, Microtectónica, Galicia, Asturias, Provincia Jaén.

840036. **Estudio metalogénico de la mineralización de Ag de Prádena del Rincón, Sistema Central Español.** VINDEL, E., y GUMIEL, P.

*Cuad. Geol. Iber.* (1983), núm. 7, pp. 405-418, ref. 12, esp., bibl. IGME.

\* Plata sustancia, Mineralización, Filón, Paragénesis, Gneis, Gneis biotítico, Micaesquisto, Gradiente geotérmico, Provincia Madrid, Hercínico centro, Sierra de Guadarrama.

840078. **Hierros del Marquesado.** MIR AMOROS, J.

*Mem. R. Acad. Cienc. Artes Barc.* (1983), vol. 45, número 15, 40 pp., ref. 33, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Hierro sustancia, Mina, Cielo abierto, Política Estado, Producción, Reserva, Análisis mayores, Masa mineralizada, Metasomatismo, Historia, Provincia Granada.

840131. **Estructura y metalogenia del campo filoniano de Cierco (Pb-Zn-Ag), en el Pirineo de Lérida.** CASTRO-VIEJO BOLIVAR, R., y MORENO SERRANO, F.

*Bol. Geol. Min.* (1983), vol. 94, núm. 4, pp. 13-42, ref. 21, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Campo filoniano, Plata sustancia, Plomo sustancia, Zinc sustancia, Yacimiento mesotermal, Paragénesis, Control tectónico, Falla, Fracturación, Microtectónica, Intrusión, Granodiorita, Metamorfismo de contacto, Orogenia hercínica, Orogenia alpina.

840420. **Las rocas ultrabásicas de Castriz, La Coruña, y sus posibles mineralizaciones de Cu y Ni.** RODRIGUEZ GONZALEZ, A., y DIEZ DEL CORRAL, J.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 6, pp. 429-439, esp., bibl. IGME.

\* Metalogenia, Cobre sustancia, Níquel sustancia, Ultrabásita, Sill, Castriz, Provincia La Coruña.

840512. **Proyecto núm. 6: Caracteres distintivos de los yacimientos de metales básicos en dolomías y calizas.** ARRIBAS, A.

*Bol. Inf. Picq.* (1981), núm. 6, pp. 30-31, ref. 3, esp., bibl. IGME.

\* Esfalerita, Galena, Metal sustancia, Metal base, Yacimiento sedimentario, Dolomía, Caliza, Génesis yacimiento, PICG, España.

## YACIMENTOLOGIA DE SUSTANCIAS NO METALICAS

840252. **Las bentonitas de la Serrata de Níjar, Almería. Mineralogía, geoquímica y mineralogénesis.** CABALLERO E.; FERNANDES PORTO, M. J.; LINARES, J., y REYES, E.

*Estud. Geol.* (Madrid) (1983), vol. 39, núm. 3-4, pp. 121-140, ref. 53, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Bentonita sustancia, Composición mineralógica, Estructura cristalina, Fórmula, Análisis químico, Capacidad carga catión, Génesis yacimiento, Alteración hidrotermal, Roca volcánica, Composición calcoalcalina, Movilización geoquímica, Provincia Almería.

840267. **Las salmueras.** ORDONEZ, S.

*Invest. Cienc.* (1984), núm. 88, pp. 18-28, ref. 6, esp., bibl. IGME.

\* Salmuera, Clasificación, Génesis yacimiento, Geotermia, Composición mineralógica, Análisis químico, Informe químico.

## CARBON

840134. **Naturaleza y propiedades de los materiales turbosos de la serie holocénica del río Tajuña, Guadalajara.** ALVAREZ-RAMIS, C.; ALMENDROS, G., y POZO, A.

*Bol. Geol. Min.* (1983), vol. 94, núm. 4, pp. 70-75, ref. 10, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Turbera, Flora, Materia orgánica, Humus, pH, Capacidad cambio catión, Holoceno, Provincia Guadalajara.

840399. **Nuevos datos sobre la tectónica de la Cuenca Terciaria de Meirama.** COSSIO, J., y OJANGUREN, R.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 6, pp. 33-61, esp., bibl. IGME.

\* Anticlinal, Geometría, Discordancia angular, Pliegue superpuesto, Lignito, Terciario, Cuaternario, Provincia La Coruña.

## SUELOS

840100. **Análisis de los suelos.** AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M., y OCAÑA, M.

*Trab. Inst. Econ. Prod. Ganad. Ebro* (1982), núm. 55, 4 pp., esp., res. ing., franc., bibl. IGME.

\* Suelo, Análisis químico, pH, Materia orgánica, Fosfato, Carbonato, Oxido, Granulometría, Roca madre suelo, Provincia Guipúzcoa.

840120. **Solubilización de fosfatos por microorganismos.** HANKE, F.

*Geociencias* (1983), núm. 5-6, 7 pp., esp., bibl. IGME.

\* Suelo, Fosfato, Solubilidad, Acción biogénica, Microorganismo.

840121. **Vertisoles formados sobre materiales volcánicos, Islas Canarias. I. Características generales de estos suelos.** FERNANDEZ CALDAS, E.

*Anu.-Cent. Edafol. Biol. Apl. CSIC* (Salamanca), 1977, pp. 89-105, ref. 41, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Suelo, Roca madre suelo, Estructura suelo, Roca volcánica, Granulometría, pH, Capacidad cambio catión, Composición mineralógica, Mineralogía arcilla, Canarias, Tenerife, Gomera.

840409. **Influencia de los componentes no cristalinos en algunas propiedades de los suelos formados sobre rocas graníticas de Galicia.** GARCIA RODEJA, E., y MACIAS VAZQUEZ, F.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 6, pp. 237-253, ref. 33, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Suelo, Roca madre suelo, Granito, Materia amorfa, Propiedad química, Fijación ion, Superficie específica, Saturación, Cambio ion, Disolución, Galicia.

840410. **Evolución geoquímica de las rocas gabroicas de Galicia durante su meteorización.** GARCIA PAZ, C., y MACIAS VAZQUEZ, F.

*Cuad. lab. xeol. Laxe* (1983), vol. 6, pp. 255-280, ref. 29, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Suelo, Suelo hidromorfo, Roca madre suelo, Gabro, Petrogénesis, Alteración meteórica, Análisis químico, Movilidad, Informe químico, Lixiviación, Fracción fina, Densidad, Provincia La Coruña.

840491. **Naturaleza y utilidad de las relaciones suelo-relieve en una zona granodiorítica de la parte central del Valle de los Pedroches, Córdoba.** TORRENT, J.; PARRA, M. A.; MONTEALEGRE, L., y BARRIOS, J.

*An. Edafol. Agrobiol.* (1983), vol. 42, núm. 1-2, pp. 67-84, ref. 16, esp., res. ing., bibl. IGME.

\* Suelo, Estructura suelo, Granodiorita, Perfil suelo, Propiedad química, Propiedad física, Regresión estadística, Altitud.

## GEOQUIMICA

840024. **Espectro geoquímico de los granitoides tardihercínicos del Macizo Hespérico (sector español).** BARRERA, J. L.; BELLIDO, F.; BRANDLE, J. L., y PEINADO, M.

*Cuad. Geol. Iber.* (1983), núm. 7, pp. 219-234, ref. 17, esp., bibl. IGME.

\* Roca ígnea, Propiedad química, Informe químico, Clasificación, Análisis mayores, Diagrama equilibrio, Método estadístico, Histograma, Hercínico centro.

## GEOFISICA

830935. **Gravimetría en zona urbana. Mapa gravimétrico de la ciudad de Barcelona.** ROCA, J. L., y CASAS, A.

*Cuarta Asamblea Nacional de Geología y Geofísica I. G. N.* (1983), vol. 1, pp. 151-161, ref. 6, esp., bibl. IGME.

\* Cartografía, Método gravimétrico, Metodología, Anomalía Bouguer, Anomalía residual, Fractura, Horst, Graben, Provincia Barcelona.

830937. **Determinación del mecanismo regional de terremotos cercanos: Pirineos y Lorca (Murcia).** BUFORN, E.; UDIAS, A., y MEZCUA, J.

*Cuarta Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica, Instituto Geográfico Nacional* (1983), vol. 1, pp. 263-272, ref. 3, esp., bibl. IGME.

\* Seísmo, Mecanismo focal, Plano falla, Metodología, Método matemático, Pirineos, Provincia Murcia.

830948. **Obtención de modelos de corteza con distribución continental de velocidad con la profundidad. Método de Tau. Inversión extrema.** SURINACH, E.

*Cuarta Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica.* Instituto Geográfico Nacional (1983), vol. 1, pp. 403-408, ref. 4, esp., bibl. IGME.

\* Corteza terrestre, Espesor, Perfil geográfico, Nivel sísmico, Metodología, Estudio caso, Adra, Provincia Almería.

840335. **Prospección geoelectrónica en corriente continua.** ORELLANA, E.

Paraninfo, S. A., Madrid (1982), 538 pp., 255 ref., esp., bibl. IGME.

\* Prospección, Método geofísico, Método eléctrico, Propiedad eléctrica, Propiedad magnética, Sondeo eléctrico, Polarización espontánea.

840379. **Programa Compar para la interpretación de sondeos eléctricos.** ZARROCA, N.

*Bol. Geol. Min.* (1983), vol. 94, núm. 5, pp. 435-440, ref. 3, esp., res. fran., bibl. IGME.

\* Sondeo eléctrico, Interpretación, Programa ordenador, Fortran, Programa Compar.

---

## SISMOLOGIA

---

830938. **Aplicación de las funciones de directividad en el cálculo de la longitud y velocidad de ruptura de una falla.** LANA, X., y CORREIG, A. M.

*Cuarta Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica.* Instituto Geográfico Nacional (1983), vol. 1, pp. 273-278, ref. 3, esp., bibl. IGME.

\* Sismo, Falla, Plano falla, Orientación, Onda Love, Onda Rayleigh, Velocidad, Ruptura, Estudio caso, Dorsal Pacífico Este.

830941. **Efectos significativos de las condiciones del suelo en el área sísmica de la depresión de Granada.** VIDAL, F.; VALENZUELA, J. M.; DE MIGUEL, F.; ALGUACIL, G., y GUIRAO, J. M.

*Cuarta Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica.* Instituto Geográfico Nacional (1983), vol. 1, pp. 325-343, ref. 22, esp., bibl. IGME.

\* Sismo, Onda sísmica, Propagación onda, Suelo, Propiedad física, Zona saturada, Mioceno, Plioceno, Cuaternario, Provincia Granada.

830954. **Sismicidad en el archipiélago Canario. Relación con las erupciones.** MONGUE, F.

*Cuarta Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica.* Instituto Geográfico Nacional (1983), vol. 1, pp. 457-471, ref. 9, esp., bibl. IGME.

\* Sismicidad, Manifestación volcánica, Correlación, Distribución temporal, Distribución espacial, Intensidad sísmica, Red sísmica, Canarias.

---

## FISICA DEL GLOBO

---

830933. **Cuarta Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica. Comunicaciones.**

*Instituto Geográfico Nacional* (1983), 3 vol., esp., bibl. IGME.

\* Reunión, Geofísica, España.

830970. **Transporte de gas Radón, en el suelo cerca de la superficie.** DUEÑAS, M. C., y FERNANDEZ, M. C.

*Cuarta Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica.* Instituto Geográfico Nacional (1983), vol. 2, pp. 909-916, ref. 8, esp., bibl. IGME.

\* Gas raro, Radón, Transporte, Difusión, Suelo aluvial, Permeabilidad, Granulometría.

840199. **La magnetosfera terrestre. Un acelerador de partículas cargadas.** DOMINGO, V.

*Publ. Obs. Ebro-Mem.* (1983), núm. 14, pp. 83-103, ref. 24, esp., bibl. IGME.

\* Magnetosfera, Campo magnético, Campo eléctrico, Viento solar, Electrón, Protón, Acelerograma.

840201. **Alternativas actuales para el registro del campo magnético.** CATALAN, M.

*Publ. Obs. Ebro-Mem.* (1983), núm. 14, pp. 113-124, ref. 33, esp., bibl. IGME.

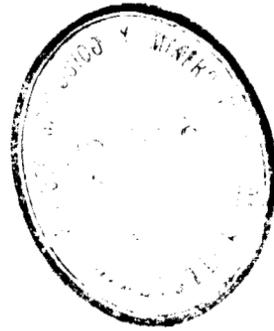
\* Campo magnético, Magnetómetro, Teoría, Precisión medida, Planeta Tierra.

840221. **Estructura de la corteza y manto superior de la plataforma continental ibérica.** PAYO, G.; SIERRA, J., y RUIZ DE LA PARTE, E.

*Publ. Obs. Ebro-Mem.* (1983), núm. 14, pp. 515-526, ref. 14, esp., bibl. IGME.

\* Corteza continental, Manto superior, Nivel sísmico, Onda Rayleigh, Dispersión onda, Velocidad fase, Espesor, Plataforma continental, Análisis armónico, Península Ibérica.

1984



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA  
Ríos Rosas, 23 - 28003 - Madrid