

En este número:

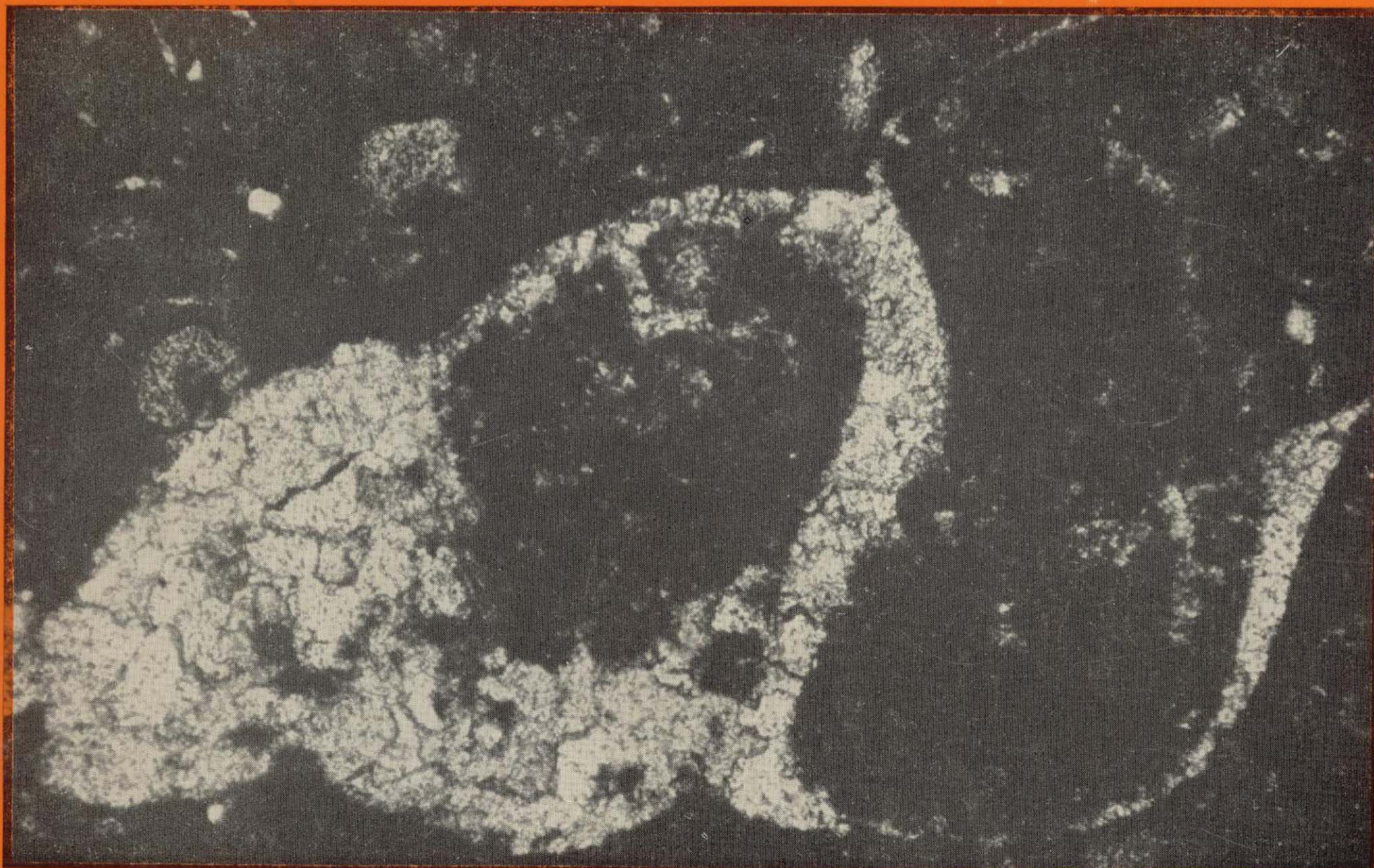
- Los Conodontos y su aplicación al estudio de las divisiones cronostratigráficas mayores del Devónico asturleonés (España). Parte II, Sistemática.
- Estudio morfológico-sistemático de *Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart. Consideraciones estratigráficas y paleoecológicas.
- Análisis sedimentológico y descripción de las secuencias deposicionales del Neógeno postorogénico de Mallorca.
- Metalogenia de las mineralizaciones argentíferas del Sistema Central: Zona de La Acebeda-Robregordo.
- Análisis de la utilización racional de las aguas subterráneas en la Cuenca del Duero mediante modelos de gestión.
- Transcendencia geotécnica de la presencia de la Formación Formigoso en un núcleo anticlinal de la escama de Bregón con vistas al proyecto de construcción de un gran túnel ferroviario.
- Geología y Mineralogía del yacimiento de «Sierrecilla» (Puebla de Guzmán, Huelva, España).

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. XCVII. Cuarto Fascículo. Julio - Agosto 1986

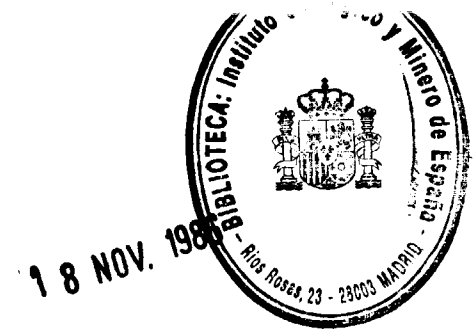
boletín geológico y minero

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



Tomo 97
Fascículo IV
Julio - Agosto 1986

Boletín Geológico y Minero



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

SUMARIO

Geología	SUSANA GARCÍA-LÓPEZ: Los Conodontos y su aplicación al estudio de las divisiones cronostratigráficas mayores del Devónico asturleonés (España). Parte II, Sistemática 3
	M. C. DIÉGUEZ: Estudio morfológico-sistemático de Asterophyllites equisetiformis (Schlotheim) Brongniart. Consideraciones estratigráficas y paleoecológicas 58
	A. SIMÓ y X. RAMÓN: Análisis sedimentológico y descripción de las secuencias deposicionales del Neógeno postorogénico de Mallorca 63
Minería	N. MAYOR YAGÜE, E. VINDEL CATENA y R. LUNAR HERNÁNDEZ: Metalogenia de las mineralizaciones argentíferas del Sistema Central: Zona de La Acebeda-Robregordo 91
Aguas subterráneas	A. BALLESTER RODRÍGUEZ: Análisis de la utilización racional de las aguas subterráneas en la Cuenca del Duero mediante modelos de gestión 104
Geotecnia	A. LINARES RIVAS, C. SUÁREZ DE CENTI, M. VALENZUELA y R. M. RODRÍGUEZ: Transcendencia geotécnica de la presencia de la Formación Formigoso en un núcleo anticlinal de la escama de Bregón con vistas al proyecto de construcción de un gran túnel ferroviario 116
Estudio de minerales y rocas	J. M. GARCÍA DE MIGUEL y R. CHAMORRO: Geología y Mineralogía del yacimiento de «Sierrecilla» (Puebla de Guzmán, Huelva, España) 128
	J. M. LÓPEZ DE AZCONA: Mineros destacados del siglo XIX. Ramón Pellico Pan y Agua (1809-1876) 139
Información	E. RUIZ DE SOMAVÍA CABELLO: La industria minera española durante 1985 144
	Noticias y Notas bibliográficas 150

DIRECCION, REDACCION Y PUBLICACION

Ríos Rosas, n.º 23 - 28003-Madrid
Teléfono 441 70 67

ADMINISTRACION, DISTRIBUCION Y SUSCRIPCION

Doctor Fleming, 7, 2.º - 28036-Madrid
Teléfono 250 02 03

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**CENTRO 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

Gasterópodo
Muschelkalk inferior de los Catalánides

Foto: Xavier Ramón

Depósito legal: M. 3.279 - 1958
ISSN 0366 - 0176
NIPO 232 - 86 - 001 - 6

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

Los Conodontos y su aplicación al estudio de las divisiones cronostratigráficas mayores del Devónico asturleonés (España) Parte II, Sistemática (1).

Por Susana GARCIA-LOPEZ (*)

RESUMEN

Este artículo se dedica al estudio sistemático de los elementos conodontales en los que se basan las conclusiones biostratigráficas y cronostratigráficas establecidas en la Parte I. Se describen y discuten cinco géneros: *Ancyrodella*, *Ancyrognathus*, *Caudicriodus*, *Icriodus*, *Latericriodus*, 26 especies y cuatro subespecies. Una de las especies *Caudicriodus bultyncki* es nueva, cinco especies y una subespecie se tratan en nomenclatura abierta.

ABSTRACT

This paper deals with the systematic study of the conodont elements on which the biostratigraphic and chronostratigraphic conclusions established in Part I are based. Five genera: *Ancyrodella*, *Ancyrognathus*, *Caudicriodus*, *Icriodus*, *Latericriodus*, twenty six species and four subspecies are described and discussed. One of the species *Caudicriodus bultyncki* is new; five species and one subspecies are described in open nomenclature.

OBSERVACIONES PRELIMINARES

La falta de un consenso general sobre la composición de los aparatos conodontales, especialmente de los devónicos, así como los numerosos problemas nomenclatoriales pendientes hacen que, en la práctica, muchos investigadores prefieran utilizar la parataxonomía de elementos, vía fácil para cubrir los objetivos biostratigráficos que suelen pretenderse con los Conodontos, mientras que la taxonomía de multielementos se considera como una técnica muy prometedora para resolver, en el futuro, el panorama nomenclatorial de los mismos.

Por esta razón, en el presente trabajo, los Conodontos son tratados como parataxones; y cuando se hace referencia a géneros y especies, ha de entenderse que se alude a morfogéneros y morfoespecies.

Los «géneros» y «especies» de Conodontos se presentan en orden alfabético, siguiendo una costumbre extendida entre algunos conodontólogos,

(*) Departamento de Paleontología. Facultad de Geología. Universidad de Oviedo.

debido a que la sistemática supragenérica del grupo es bastante problemática.

DESCRIPCIONES

(Nomenclatura utilizada cf. GARCÍA-LÓPEZ, 1981, 1984, 1986.)

Ancyrodella ULRICH & BASSLER

Especie-tipo.—*Ancyrodella nodosa* ULRICH & BASSLER, 1926.

Diagnosis.—Conodontos de contorno sagitado, más largos que anchos. Cuerpo principal generalmente triangular y lobado. Lámina libre y lámina posterior, bien desarrolladas. Láminas secundarias, más o menos completas. Láminas accesorias, presentes, a veces. Carenas denticuladas, desarrolladas sobre todas las láminas o sólo sobre parte de ellas; denticulos de las carenas fuertes, en número variable, los de la lámina libre más robustos y elevados que los otros, sobre todo en su tercio anterior.

En vista oral, los márgenes de la plataforma están más o menos modificados. En sección transversal, dicha estructura se alabea de manera variable. El lóbulo posterior, en especial, o la mitad posterior del cuerpo principal, se curva siempre en dirección aboral.

Superficie oral de la plataforma, ornada por tubérculos, gránulos, costillas o combinaciones de tales elementos. Superficie aboral de la plataforma, generalmente lisa. Prácticamente, en todas las especies la plataforma tiene débiles resaltes en los flancos de la lámina libre, adelgazándose mucho hacia el margen anterior.

Cavidad basal generalmente rómbica, pequeña, rodeada por rebordes labiales cuyos márgenes distales están constituidos por la coalescencia de las quillas. Quillas surcadas, sobre todo proximalmente. Quillas anterior y posterior, completas. Quillas secundarias, simples o bifurcadas, completas o incompletas. Angulo de los semiejes, variable.

Eje oral-aboral, situado hacia la mitad de la longitud, o algo desplazado en dirección posterior.

Discusión.—La presente discusión se basa fundamentalmente en un trabajo anterior de la autora (GARCÍA-LÓPEZ, 1986), en donde se analizaron las relaciones morfológicas entre las especies del género *Ancyrodella* y se propusieron las bases para un esquema morfofilogenético del grupo (fig. 11).

El género *Ancyrodella*, presenta una cierta variabilidad en el número de láminas. Algunos autores, como MÜLLER & MÜLLER (1957), pretendieron limitar esta variabilidad, proponiendo el género *Ancyropenta* (especie-tipo: *Ancyrodella curvata*), para formas provistas de dos quillas secundarias y una accesoria (pentanciroides, *sensu* GARCÍA-LÓPEZ, 1981). ZIEGLER (1958) y otros autores, objetaron que este carácter era insuficiente para separar unidades genéricas. En este trabajo, adoptamos el mismo criterio, e incluimos en *Ancyrodella* formas con dos quillas secundarias y una o dos accesorias (pentanciroides y hexanciroides, *sensu* GARCÍA-LÓPEZ, 1981, 1986).

ZIEGLER (1958, 1962a, 1965), basándose en la morfología general de los elementos, supuso que *Ancyrodella* debía proceder de *Polygnathus*. Sin embargo, ETHINGTON & FURNISH (1962), estudiando las fases de crecimiento de *Ancyrodella curvata*, llegaron a la conclusión de que el género

debía derivar de un espatognatódido. Esta suposición parece razonable, sobre todo tras el descubrimiento de UYENO (1967), de la forma denominada *Ancyrodella rotundiloba binodosa*, con estructuras basales de las láminas casi idénticas que las de ciertos *Spathognathodus*, como *S. insitus* o *S. sannemanni* (cf. POLLOCK, 1968), pero provista de una verdadera plataforma ornada, cubriendo las expansiones labiales de la cavidad basal (lo que la separa de cualquier tipo de Conodontos, de lámina o barra). Esta última interpretación fue admitida por varios autores (UYENO, 1967; DRUCE, 1976; BULTYNCK, 1983, y GARCÍA-LÓPEZ, 1986).

Ancyrodella ioides, se parece mucho a la especie-tipo del género *Ancyrodelloides*, *A. trigonica* (cf. ZIEGLER, 1958, pl. 11, figs. 2-4; BISCHOFF & SANNEMANN, 1958, pl. 12, figs. 9, 12-14, 16). Las únicas diferencias entre ambas son la ausencia total de ornamentación en la plataforma y una cierta tendencia a la bifurcación de la quilla secundaria externa, en *A. trigonica* (cf. BISCHOFF & SANNEMANN, 1958, pl. 12, fig. 16). Esta tendencia, se concreta en otra especie conocida del género, *Ancyrodelloides kutscheri*, que posee una quilla accesoria externa bien desarrollada (cf. BISCHOFF & SANNEMANN, 1958, pl. 12, figs. 15, 17-18). Por comparación con la interpretación filogenética de *Ancyrodella* (vide ZIEGLER, 1962a, y este trabajo), *A. trigonica* y *A. kutscheri*, representarían una línea con tendencias similares a la que conduce a *A. curvata*, en lo que se refiere a la disposición y número de láminas.

Ancyrodelloides, es propio del Devónico Inferior, mientras que *Ancyrodella* está acantonada en el Devónico Superior. Ambos géneros, son precedidos en el tiempo por formas de *Spathognathodus*, cuyas expansiones basales preludian la aparición de verdaderas plataformas. *Ancyrodelloides*, con plataformas estrechas y desnudas, mantendría muchas condiciones ancestrales; por su parte, *Ancyrodella*, tendería al principio a adquirir plataformas amplias y muy ornadas, para regresar, en las fases finales de alguna de sus líneas, a condiciones primitivas, próximas a las de *Ancyrodelloides*.

KLAPPER & PHILIP (1972), interpretaron a *Ancyrodella* como un aparato integrado por elementos de plataforma ancirodélidos o elementos P y varios elementos compuestos. ZIEGLER (1972), cuestiona la validez de dicha reconstrucción, indican-

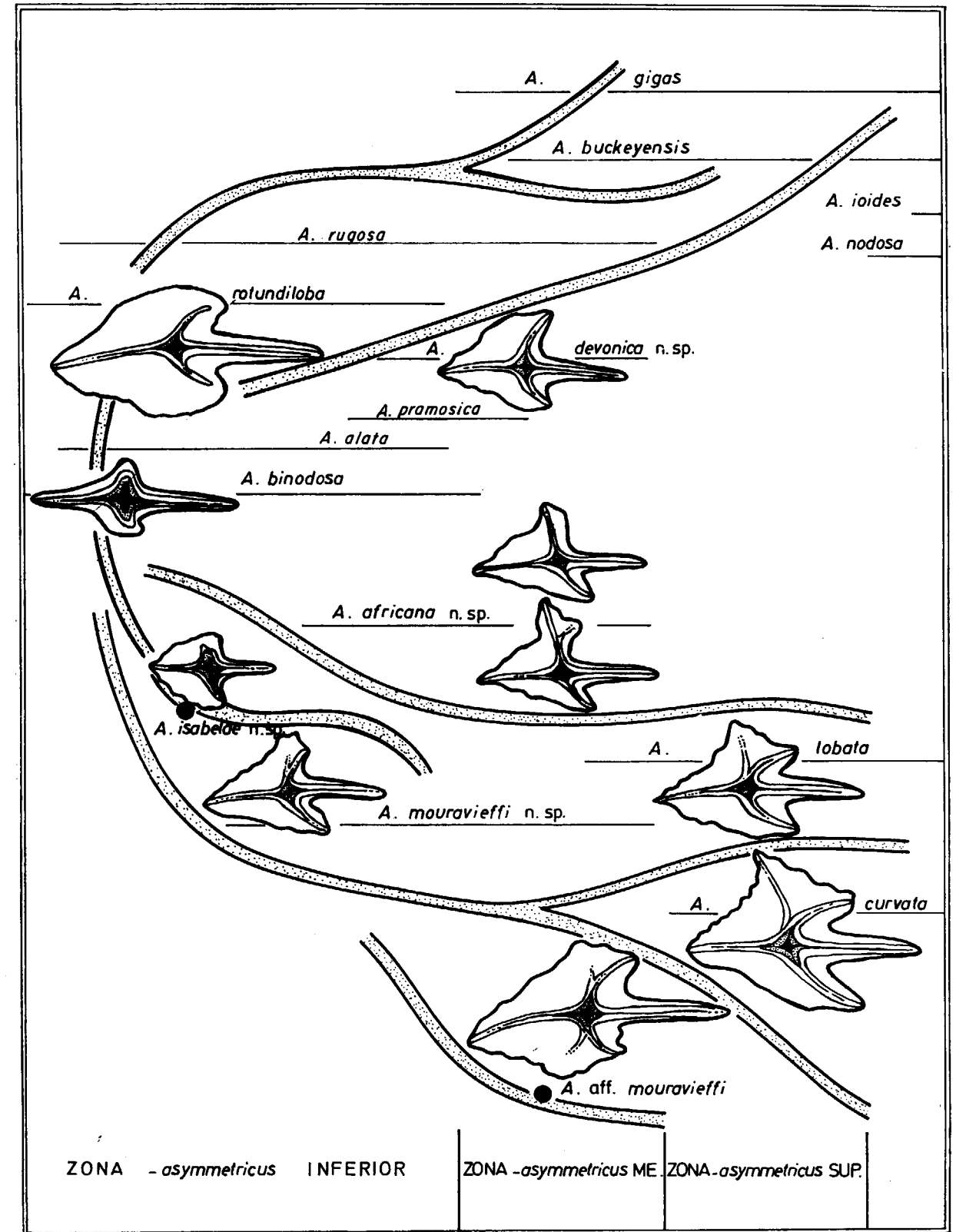


Figura 11.—Tendencias morfológicas en el género *Ancyrodella* (De GARCÍA-LÓPEZ, 1986).

do que faltan evidencias estadísticas y sugiere, por el contrario, que *Ancyrodella* podría pertenecer a aparatos con un solo tipo de elementos de plataforma, o dos (ancirodélcos y ancirognáticos).

En la evolución de *Ancyrodella*, son perceptibles cierto número de tendencias, que pueden traducirse en términos sistemáticos. Autores como ZIEGLER (1958, 1962a), SZULCZEWSKI (1971), COEN (1972) y otros pusieron en evidencia la transformación en el tiempo del contorno del cuerpo principal, con formación de lóbulos cada vez más marcados, la aparición de lóbulos suplementarios, el desarrollo de carenas en los lóbulos secundarios y accesorios, la reducción de la superficie de la plataforma, etc. Estos caracteres, junto con otros de menor importancia, como el tipo de ornamentación, permitieron a ZIEGLER (1962a, fig. text. 2), proponer un cuadro filogenético, que tuvo una amplia aceptación, salvo en lo referente al origen del género, que parece situarse, como ya dijimos, en *Spathognathodus* más bien que en *Polygnathus*.

Más tarde, siete nuevas especies del género *Ancyrodella* han sido descritas (*A. binodosa*, *A. alata*, *A. isabelae*, *A. mouravieffi*, *A. africana*, *A. pramosica* y *A. devonica*). Las relaciones entre estas especies han sido discutidas, en parte o totalmente por diferentes autores (BULTYNCK, 1974, 1983; BULTYNCK & JACOBS, 1981; BULTYNCK & COEN, 1982; KLAPPER, 1985; GARCÍA-LÓPEZ, 1986).

Nuestras observaciones sobre el desarrollo de *Ancyrodella* en la Cordillera Cantábrica, no encajan bien en algunos esquemas establecidos previamente (cf. GARCÍA-LÓPEZ, 1986).

La variación en el tiempo del contorno del cuerpo principal es, desde luego, un hecho evidente que está en íntima conexión con el desarrollo de las quillas en la cara aboral de los Conodontos. A este respecto, pueden distinguirse dos grandes corrientes en el grupo: la que conduce a la fijación de un modelo tetranciroide, con dos quillas secundarias, y la que conduce a tipos pentanciroides y hexanciroides, con quillas secundarias y accesorias. Pero el ángulo que forman los semiejes de las quillas secundarias, parece tener también una importancia grande. En los primeros momentos de la evolución del grupo, dicho ángulo es muy variable, como puede apreciarse en la cohorte de formas próximas a *Ancyrodella rotundiloba* (*A. rotundiloba*, *A. binodosa*, *A. rotun-*

diloba subsp. A., de UYENO, etc.). Más tarde, no obstante, tienden a fijarse determinadas tendencias que pueden seguirse en el tiempo, a través de los linajes conocidos y permiten analizar otras corrientes dentro de *Ancyrodella*.

A. binodosa, presenta quillas secundarias incipientes en nuestro material, igual que las formas descritas por UYENO (1967, 1974). La proliferación de variantes que suceden a *A. binodosa*, comprende en la Cordillera Cantábrica tipos morfológicos con dos quillas secundarias incompletas y tipos con quillas secundarias, también incompletas, pero con tendencias a la bifurcación (fig. 11). Este mismo fenómeno, fue advertido también por UYENO (1967), en Alberta Central (Canadá), en las formas que denominó *Ancyrodella rotundiloba subsp. A.*, estrechamente relacionadas con *A. binodosa*.

La tendencia a la bifurcación de la quilla secundaria externa, indicada ya en *Ancyrodella isabelae*, se materializa pronto en formas más avanzadas, como *A. mouravieffi*, que presenta quillas secundarias completas, la externa originando una quilla accesoría por detrás. El paso de *A. isabelae* a *A. mouravieffi*, se evidencia también por una variación notable en el ángulo de los semiejes de las quillas secundarias, que de ser próximo a 180°, en *A. isabelae*, pasa a ser de 100° a 120°, en *A. mouravieffi*.

A. mouravieffi, constituye un claro antecedente morfológico de *A. lobata* y *A. curvata*. El paso de una a otra, se produciría mediante el desarrollo paulatino de la quilla accesoría externa, acompañado del de la carena correspondiente, en la cara oral del Conodonto, y mediante la variación del ángulo entre los semiejes de las quillas secundarias, que pasa a ser de 60°-70°, en *A. lobata* y en *A. curvata*. Por su parte, el semieje de la quilla accesoría, que formaba un ángulo de 90°, o menos, con el de la quilla anterior, en *A. mouravieffi*, se abre en dirección posterolateral, en *A. lobata* y, aun más, en *A. curvata* (fig. 11).

Ancyrodella africana representa una línea distinta, originada posiblemente del mismo tronco que *A. isabelae*, donde se fija el tipo morfológico que presenta un ángulo entre los semiejes de las quillas secundarias en torno a los 180°. Las quillas secundarias de *A. africana*, son ya completas y la externa tiende a desarrollar una quilla accesoría delante de ella. El desarrollo de los lóbulos correspondientes, puede conducir a la aparición de

formas próximas a *A. lobata* y a *A. curvata*, pero la ornamentación es mucho más grosera y dispersa que en estas especies y, además, la quilla accesoría se desarrolla por delante de la secundaria y no por detrás, como ocurre en *A. lobata* y en *A. curvata* (fig. 11).

Esta explicación parece preferible a la supuesta por KLAPPER (1985). Este autor establece que *A. africana* se desarrolló, probablemente de *A. rotundiloba*. En nuestra opinión, el contorno del cuerpo principal y el modelo de quillas secundarias son muy diferentes en ambas formas.

En una posición filogenética aún no bien determinada, se sitúa la forma que denominamos *A. aff. mouravieffi*, en la que ambas quillas secundarias originan quillas accesorias incompletas (fig. 11).

Así pues, la evolución de las formas pentanciroides y hexanciroides, aparece bien ilustrada en la Cordillera Cantábrica, a partir de formas próximas a *A. binodosa*, con tendencias a la bifurcación de las quillas secundarias, particularmente de la externa, y al cierre progresivo del ángulo entre los semiejes de las quillas secundarias. Este modelo se aleja radicalmente del propuesto por ZIEGLER (1962a), que hace derivar dichas formas de *Ancyrodella gigas*. En nuestra opinión, *A. gigas* pertenece a la línea evolutiva que arranca de formas de *Ancyrodella rotundiloba* y *A. rugosa*, con quillas secundarias formando ya un ángulo agudo. Representaría, por esto, una forma muy especializada, completamente comprometida en el modelo morfológico tetranciroide, difícil de concebir como forma generalizada raíz de los dos troncos principales de *Ancyrodella*, como supone ZIEGLER. La derivación de *A. gigas* a partir de *A. africana* invocada por KLAPPER (1985), no parece posible, ya que *A. gigas* con semiejes secundarios formando un ángulo agudo y con un cuerpo principal de contorno trilobado encaja mejor en la línea evolutiva propuesta por GARCÍA-LÓPEZ (1986).

El mismo tipo de consideraciones, nos hace dudar de la derivación, supuesta por ZIEGLER (1962a), de *Ancyrodella nodosa*, a partir de formas como *A. gigas* o *A. buckeyensis*. En efecto, *A. nodosa*, y su sucesora *A. ioides*, presentan un modelo de quillas secundarias bastante abiertas, que encajaría mejor en una corriente evolutiva, en la que se situarían formas como *Ancyrodella alata*, *A. pramosica* y *A. devonica* (fig. 11).

Ancyrodella africana GARCÍA-LÓPEZ, 1981
(Lám. 2, figs. 8-19; fig. text. 11)

- ± 1976 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT, 1921); DRUCE, pp. 62-65, pl. 9, figs. 4a-4b (non figs. 1-3, 5-9).
- v ± 1976 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT); GARCÍA-LÓPEZ, lám. 2, figs. 3A, 3B (non figs. 2, 4).
- 1978 *Ancyrodella aff. gigas* YOUNGQUIST; ORCHARD, p. 926, pl. 114, figs. 1, 11-12.
- v ± 1979 *Ancyrodella gigas*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE et al.), fig. text. 13.
- v ± 1979 *Ancyrodella aff. gigas*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE et al.), fig. text. 13.
- v ± 1979 *Ancyrodella lobata*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE et al.), fig. text. 13.
- v * 1981 *Ancyrodella africana* n. sp.; GARCÍA-LÓPEZ, pp. 264-265, lám. 1, figs. 1-14 (figs. 1-3: holotipo).
- ± 1985 *Ancyrodella africana* GARCÍA-LÓPEZ, 1981; KLAPPER, pp. 28-29, pl. 8, figs. 11-18, probablemente (non figs. 19-22); pl. 9, figs. 1-8 (non figs. 9-16).
- v • 1986 *Ancyrodella africana* GARCÍA-LÓPEZ, 1981; GARCÍA-LÓPEZ, pl. 2, figs. 10-23, fig. text. 3.

Material y yacimientos.—14 ejemplares, en variable estado de conservación.

HOLOTIPO DPO 15464 (lám. 2, figs. 8-9), dos paratipos, DPO 15476 y 15477 y otros dos ejemplares más, DPO 15465 y 15478, procedentes del estrato y localidad típicos (GARCÍA-LÓPEZ, 1981).

Un ejemplar, DPO 15475, procedente de la localidad típica, pero del nivel HUG-55 D (fig. 9).

Ocho ejemplares, DPO 15457 (I-VIII), de la localidad típica, pero del nivel HUG-54 (fig. 9).

Descripción.—Para una descripción de la especie, ver GARCÍA-LÓPEZ (1981).

Discusión.—*A. africana* se diferencia de otras formas pentanciroides del género en el ángulo de los semiejes de las quillas secundarias, próximo a 180°, y en la situación de la quilla accesoría (cuando aparece), delante de la quilla secundaria externa.

A. africana y *A. pramosica* PERRI & SPALLETTA, 1981 (pl. 1, figs. 1-5; pl. 2, figs. 1-5), presentan un modelo de quillas muy similar, sobre todo las formas de *A. africana* que poseen solamente dos quillas secundarias. Las sinonimias originales de ambas especies se solapan. Sin embargo pueden distinguirse en el contorno y ornamentación de la plataforma. En *A. pramosica* el lóbulo secundario interno es más largo y está más fuertemente diri-

gado anteriormente; asimismo, *A. africana* tiene un lóbulo accesorio externo bien desarrollado que, en general, no se presenta en la otra especie (salvo el holotipo designado por PERRI & SPALLETTA *op. cit.*, pl. 1, fig. 3 y los ejemplares figurados en pl. 1, figura 1 y pl. 2, fig. 2, que tienen externamente un contorno del cuerpo principal muy similar a *A. africana*). Por otra parte, la ornamentación de la plataforma en *A. pramosica* es más abundante que en *A. africana*.

KLAPPER (1985) incluye en *A. africana* formas que, en nuestra opinión, no pertenecen a dicha especie (cf. *op. cit.*, pl. 8, figs. 19-22 y pl. 9, figs. 9-16), ya que el modelo de quillas que presentan y el contorno del cuerpo principal es más similar a formas próximas a *A. rotundiloba*.

Edad.—La especie parece iniciarse antes de la desaparición de *Polygnathus dubius* y extinguirse cerca de la primera entrada de formas de *Ancyrodella curvata*, en la Cordillera Cantábrica. En este sentido, su distribución estratigráfica parece corresponder a las Biozonas *-asymmetricus* media y *-asymmetricus* inferior (Devónico Superior, Frasnense) (fig. 9). Las edades de las formas incluidas en la lista de sinonimia, son coincidentes con la de las formas cantábricas.

Ancyrodella binodosa UYENO, 1967
(Lám. 1, figs. 1-5; fig. text. 11)

- * 1967 *Ancyrodella rotundiloba binodosa* n. subsp.; UYENO, p. 4, pl. 1, figs. 2, 4-5.
- 1968 *Spathognathodus swanhillensis* n. sp.; POLLOCK, p. 440, pl. 63, figs. 1-7.
- 1973 *Ancyrodella rotundiloba binodosa* UYENO; ZIEGLER (en ZIEGLER ed., Catálogo de Conodontos), p. 35, pl. 1, fig. 4.
- 1974 *Ancyrodella rotundiloba binodosa* UYENO; UYENO, p. 24, pl. 1, figs. 2, 4-6, pl. 2, figs. 2-3, 5.
- v • 1974 *Ancyrodella rotundiloba binodosa* UYENO; BULTYNCK, p. 17, pl. 1, figs. 1-3.
- v • 1976 *Ancyrodella rotundiloba binodosa* UYENO; GARCÍA-LÓPEZ, p. 176, lám. 2, fig. 1.
- ± 1976 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT, 1921); DRUCE, p. 62, pl. 9, figs. 1a-1b, 2a-2b (non figs. 3-7).
- v ± 1979 *Ancyrodella rotundiloba binodosa*, GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*, pp. 11-12, fig. text. 9).
- 1979 *Ancyrodella rotundiloba binodosa* UYENO; CYGAN, p. 163, pl. 1, figs. 8-9; pl. 2, fig. 7.
- 1979 *Ancyrodella binodosa* UYENO; BULTYNCK (en BRICE *et al.*), pl. 27, fig. 20.
- 1980 *Ancyrodella binodosa* UYENO; BULTYNCK (en BULTYNCK & HOLLARD), p. 38, pl. 10, figs. 4a, b.

- 1981 *Ancyrodella binodosa* UYENO, 1967; BULTYNCK (en BULTYNCK & JACOBS), pp. 16-17, pl. VIII, figs. 1-14; pl. IX, figs. 1-8.
- 1982 *Ancyrodella binodosa* UYENO, 1967; BULTYNCK (en BIGEY *et al.*), pl. I, figs. 18-21.
- 1982 *Ancyrodella binodosa* UYENO, 1967; MOURAVIEFF (en BIGEY *et al.*), pl. I, figs. 1-21; pl. II, figs. 2-3.
- v • 1986 *Ancyrodella binodosa* UYENO, 1967; GARCÍA-LÓPEZ, pl. 1, figs. 1-5.

Material y yacimientos.—Cuatro ejemplares, en bastante buen estado de conservación. Un ejemplar, DPO 15449, procedente de la parte alta de la Formación Candás, en Perán, del nivel Ca-140 (figura 6). El resto del material, DPO 15450-15452, procedente de la parte baja de la Formación Piñeres, en Perán, nivel A-Ca-1 (fig. 6).

Descripción.—Cuerpo principal subsimétrico, de contorno triangular, con dos lóbulos secundarios semicirculares y cortos, constituyendo la parte más desarrollada de la plataforma, y un lóbulo posterior largo, agudo, con plataforma fuertemente restringida.

La lámina libre tiene una longitud menor o mayor que la del cuerpo principal. Carena anterior, bien desarrollada, formada por 5-6 denticulos altos, gruesos, de sección ovalada y con sus terminaciones agudas; en el extremo distal de esta carena puede existir un denticulo más pequeño que el resto. Carena posterior compuesta por 8 denticulos gruesos y con terminaciones agudas, similares a los de la carena anterior, pero algo más bajos y disminuyendo de tamaño proximalmente.

Uno de los ejemplares, el DPO 15451 (lám. 1, figuras 4-5), muestra dos gruesos denticulos redondeados sobre los lóbulos secundarios y, marginalmente, otros dos denticulos más: uno en el borde externo y otro en el interno, menos desarrollados que los anteriores. Otro de nuestros ejemplares, el DPO 15452 (lám. 1, figs. 1-3), por el contrario, tiene ornamentación limitada a un denticulo grueso, situado en el lóbulo interno, y otro denticulo incipiente, en el lóbulo externo. El resto de ejemplares presenta ornamentación consistente en un par de gruesos nódulos, uno sobre cada lóbulo secundario.

En vista lateral, la unidad está arqueada, con los lóbulos anterior y posterior dirigiéndose aboralmente.

Eje oral-aboral, situado aproximadamente en el centro de la porción ensanchada del cuerpo principal hacia la mitad de la longitud. Cavidad basal, relativamente grande, redondeada, limitada por amplias expansiones labiadas, integrando una estructura transversalmente ovalada. Quillas anterior y posterior, surcadas, con surcos más fuertes en las inmediaciones de la cavidad basal, arqueadas, con la convexidad dirigida hacia el exterior. Quillas secundarias incipientes, con surcos muy anchos. Semiejes de las láminas secundarias, formando un ángulo algo menor de 180°.

Discusión.—*A. binodosa*, es el primer representante del género *Ancyrodella* y puede representar el tronco basal del que procedieron el resto de especies del mismo (fig. 11).

BULTYNCK (en BULTYNCK & JACOBS, 1981) y en BULTYNCK (1983) presenta una discusión detallada de la especie, a la que divide en tres morfotipos. Las diferencias entre esta especie y *A. rotundiloba* se reseñarán más adelante.

Edad.—*A. binodosa* pertenecería, según UYENO (1967, tab. 1), a las Biozonas *-asymmetricus* inferior y parte de la *-asymmetricus* media. POLLOCK (1968), por su parte, estima que se encuentra restringida a la Biozona *-asymmetricus* inferior. CHALIMBADSCHA & TSCHERNYSHEVA (1970, fig. text. 1), la mencionan también en el Givetiense terminal. En Bélgica, COEN & AUBERT (1971) la reconocieron en capas de la Zona F2a. BULTYNCK (1976), por su parte, la encontró también en capas de dicha Zona, correspondientes a la base de la «Assise de Franes», y mencionó formas de transición entre *Spathognathodus insitus* y *A. binodosa*, en las últimas capas de la Formación Fromelennes (F1).

En Asturias, *A. binodosa* aparece en la base de la Formación Piñeres, en niveles posiblemente frasnenses (fig. 6); y en Luanco en capas del Givetiense terminal (fig. 7).

Ancyrodella curvata (BRANSON & MEHL, 1934)
(Lám. 3, figs. 11-13; fig. text. 11)

- * 1934 *Ancyrognathus curvata* n. sp.; BRANSON & MEHL, p. 241, pl. 19, figs. 6, 11.
- 1957 *Ancyropenta asteroideus* (STAUFFER); MÜLLER & MÜLLER, p. 1093, pl. 136, figs. 7a, 7b y 8.
- 1958 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL); ZIEGLER, p. 40, pl. 11, fig. 5.
- 1962 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL); ETHINGTON & FURNISH, p. 1261, pl. 172, figs. 12-20.

- 1966 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL); ANDERSON, p. 403, pl. 48, figs. 2, 4, 6, 9, 11, 13.
- 1966 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL); GLENISTER & KLAPPER, p. 798, pl. 86, figs. 13-15.
- 1967 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL); ADRI-CHAM-BOOGAERT, p. 177, pl. 1, fig. 1.
- 1968 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL); MOUND, p. 469, pl. 65, figs. 5-6, 13-16.
- 1971 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL); SZULCZEWSKI, p. 11, pl. 3, fig. 5; pl. 4, figs. 4-5.
- 1978 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL); ORCHARD, p. 926, pl. 114, figs. 2, 8-10, 20.
- v ± 1979 *Ancyrodella curvata*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), pp. 19-20, fig. text. 13.
- 1979 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL); CYGAN, p. 158, pl. 1, figs. 2-5, pl. 2, fig. 3.
- 1980 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL); BULTYNCK (en BULTYNCK & HOLLARD), p. 38, pl. 10, figs. 12a, b.
- 1982 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL, 1934); MOURAVIEFF (en BIGEY *et al.*), pl. III, figs. 10-11.
- v • 1986 *Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL, 1934); GARCÍA-LÓPEZ, pl. 3, figs. 17-19.

Material y yacimientos.—Siete ejemplares, en variable estado de conservación.

Dos ejemplares, DPO 15453-15454, procedentes de una intercalación calcárea de la Formación Nocedo, unidad E, al sur de Hurgas de Gordón (provincia de León), nivel HUG-57 (fig. 9); y el resto, DPO 15455 (I-V), de la misma localidad anterior, pero del nivel HUG-57 C (fig. 9).

Diagnosis (Emend.).—*Ancyrodella* pentanciroide, con cuerpo principal fuertemente lobado. Angulo de los semiejes secundarios menor de 90°. Lámina accesorio bien desarrollada. La quilla accesorio se sitúa por detrás de la quilla secundaria externa, dirigiéndose en dirección posterior.

Descripción.—Conodonto de tamaño grande, con el cuerpo principal asimétrico, provisto de cuatro lóbulos bien desarrollados. Los lóbulos secundarios se dirigen anteriormente y sus terminaciones son agudas a subredondeadas. Lóbulo posterior muy agudo. Lóbulo accesorio, bien desarrollado, con semieje dirigido posterolateralmente.

La lámina libre está rota en todos nuestros ejemplares, por lo que no pueden describirse sus características.

Carenas anterior y posterior, bien marcadas, con filas de denticulos más o menos gruesos, algo comprimidos lateralmente o redondeados, muy próximos unos a otros y de tamaño similar. Carenas

secundaria y accesoria bien desarrolladas y completas, aunque no muy fuertes, compuestas por denticulos de tamaño y caracteres similares a los de las carenas anterior y posterior.

Plataforma ornada por nodos redondeados, finos a gruesos, de tamaño similar o algo superior al de los que integran las carenas, a veces unidos constituyendo pequeñas crestas. La plataforma está desprovista de elementos ornamentales por delante de las carenas secundarias.

En vista lateral, la unidad está suavemente arqueada, con los lóbulos anterior y posterior dirigidos aboralmente.

El eje oral-aboral se sitúa en la mitad anterior del cuerpo principal. La mayoría de nuestros ejemplares están adheridos a un cuerpo basal que oculta parte de las características de la superficie aboral. Quillas anterior y posterior bien desarrolladas, algo curvadas en dirección exterior. Quillas secundarias, alcanzando el borde de la plataforma, formando un ángulo de 60°-70°. Quilla accesoria completa, desarrollándose por detrás de la quilla secundaria externa, dirigida posterolateralmente.

Discusión.—El contorno, ornamentación y ángulo de las láminas secundarias de nuestros ejemplares garantizan su pertenencia a la especie nominada.

A. curvata, parece un derivado morfológico de *A. mouraviieffi*, surgiendo quizá de esta especie a través de *A. lobata*, por desarrollo completo de la lámina accesoria externa, y reducción del ángulo entre los semiejes de las láminas secundarias (figura 11).

Las diferencias con *A. mouraviieffi*, se reseñarán cuando se describa dicha especie.

A. curvata difiere de *A. lobata* en que el contorno de su cuerpo principal es más fuertemente lobado, la quilla accesoria está siempre completa y se dirige más posteriormente que la de *A. lobata*. Por otra parte, esta última forma carece siempre de carena accesoria y su ornamentación es, fundamentalmente, nodosa, mientras que la de *A. curvata* comprende crestas y nodos

A. curvata, se separa fácilmente de otras formas pentanciroides, como *A. africana*, en el ángulo de los semiejes secundarios. En efecto, en la última forma dicho ángulo es mucho mayor, cercano a 180°. Por otra parte, la quilla accesoria de *A. afri-*

cana no se desarrolla siempre y cuando lo hace se sitúa por delante de la quilla secundaria, en lugar de hacerlo por detrás de aquélla, como en *A. curvata*.

Edad.—ZIEGLER (1962a), señala la extensión estratigráfica de la especie desde la base de la Biozona *asymmetricus* superior (doI β), hasta el techo de la Biozona *Palmatolepis triangularis* inferior (doI α). Es decir, de acuerdo con las correlaciones actualmente admitidas (cf. ZIEGLER, 1979), Frasnense.

Ancyrodella devonica GARCÍA-LÓPEZ, 1986
(Lám. 3, figs. 1-6; fig. text. 11)

v ± 1979 *Ancyrodella gigas*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), fig. text. 13.

v ± 1979 *Ancyrodella aff. gigas*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), fig. text. 13.

± 1985 *Ancyrodella gigas* YOUNGQUIST; KLAPPER, pl. 10, figs. 3-8 (solamente).

v * 1986 *Ancyrodella devonica* n. sp.; GARCÍA-LÓPEZ, pl. 3, figs. 1-10 (figs. 1-3: holotipo).

Localidad típica.—Sur del pueblo de Huergas de Gordón (provincia de León), margen izquierda del río Bernesga.

Estrato típico.—Nivel calcáreo HUG-56, situado en una gran intercalación de calizas dentro de la Formación Nocedo (fig. 9).

Material y yacimientos.—Cuatro ejemplares, en bastante buen estado.

HOLOTIPO DPO 15463 (lám. 3, figs. 1-3), procedente del estrato y localidad típica.

Un paratipo, DPO 15460, de la misma localidad anterior, pero del nivel HUG-55 C (fig. 9).

Un ejemplar, DPO 15458, de la misma localidad, pero de nivel HUG-55 (fig. 9).

Un ejemplar, DPO 15466, de la misma localidad, pero del nivel HUG-57 (fig. 9).

Descripción.—Cuerpo principal, subsimétrico y trilobado, con lóbulos agudos (o redondeados en las formas juveniles). La lámina libre, en las formas maduras, tienen una longitud algo menor que la del cuerpo principal, mientras en las juveniles es del mismo tamaño o ligeramente mayor.

Carena anterior, bien desarrollada, con 8-10 denticulos. Los denticulos situados sobre la lámina libre tienen los ápices dirigidos posteriormente,

están comprimidos y suelen ser más fuertes que los otros, sobre todo los distales, con la excepción de los emplazados más hacia delante, que son bastante menudos. Los situados sobre la lámina fija son pequeños y de sección circular. Todos los denticulos están muy próximos entre sí, salvo los de los extremos, pero no llegan a constituir una cresta.

Carena posterior formada, en los ejemplares maduros, por unos 8 denticulos, cortos, de sección circular y no muy gruesos. Carenas secundarias, poco marcadas, con filas de denticulos bisectando la carena anterior; los denticulos de estas carenas son cortos, relativamente finos y de sección circular.

Plataforma ornada por nodos escasos, similares a los de las carenas.

En vista lateral, los Conodontos están suavemente arqueados, con el lóbulo posterior doblado aboralmente.

Eje oral-aboral situado hacia la mitad de la longitud del conodonto. En relación al cuerpo principal, dicho eje se sitúa en el tercio anterior del mismo. Cavidad basal pequeña, romboidal, limitada por expansiones labiadas extensas, diseñando una estructura también romboidal. Quillas anterior y posterior, surcadas, sobre todo proximalmente, y algo arqueadas en dirección anterior. Quillas secundarias completas, surcadas, con semiejes formando un ángulo obtuso variable.

Discusión.—Nuestros ejemplares difieren de *Ancyrodella gigas* YOUNGQUIST en el ángulo de los semiejes secundarios, mucho más abierto. Este carácter los aproxima a *A. nodosa*, la cual, no obstante, se separa de ellos en que tiene la plataforma mucho más reducida y las carenas secundarias más fuertemente desarrolladas. Por otra parte, la ornamentación de la plataforma en *A. devonica* es más escasa que en *A. gigas* y su cavidad basal se localiza un poco más anteriormente. Formas representativas de *A. gigas* son distintivamente más grandes.

A. alata tiene, al menos, una de las quillas secundarias incompleta y, además, los lóbulos anteriores son más redondeados que los de nuestra especie.

En apariencia, *A. devonica* pertenece a una línea de desarrollo morfológico de *Ancyrodella* tetran-ciroides, probablemente originada en formas pró-

ximas a *A. alata*, con ángulo de los semiejes secundarios muy abiertos, y que podría culminar en formas como *A. nodosa* y *A. ioides*, por un proceso continuado de reducción de la plataforma (fig. 11).

Edad.—La primera aparición de *A. devonica* se produce antes de la extinción de *Polygnathus dubius*, y se extiende hasta la entrada de *Ancyrodella curvata*. Es decir, se situaría en las Biozonas *asymmetricus* inferior y *asymmetricus* media, cuya datación se acepta como Frasnense (figura 11).

Ancyrodella isabelae GARCÍA-LÓPEZ, 1986
(Lám. 1, figs. 11-12; fig. text. 11)

v * 1986 *Ancyrodella isabelae* n. sp.; GARCÍA-LÓPEZ, pl. 1, figs. 13-16 (figs. 15-16: holotipo).

Localidad típica.—Sur del pueblo de Huergas de Gordón (prov. de León) en la margen izquierda del río Bernesga.

Estrato típico.—Nivel de caliza, HUG-52, situado en una gran intercalación calcárea de la Formación Nocedo (fig. 9).

Material y yacimientos.—Dos ejemplares, con la lámina libre fragmentada.

HOLOTIPO DPO 15470 (lám. 1, figs. 11-12) y un paratipo, DPO 15469 (GARCÍA-LÓPEZ, 1986, pl. 1, figuras 13, 14) procedentes del estrato y localidad típicos.

Descripción.—Conodonto de pequeño tamaño, con cuerpo principal subsimétrico, de contorno triangular. Lóbulos secundarios poco marcados, redondeados, dirigidos anteriormente. Lóbulo posterior, también poco marcado y agudo.

La lámina libre está fragmentada en los ejemplares que poseemos, por lo que no pueden indicarse sus características.

Parte proximal de la carena anterior, formada por denticulos gruesos y de sección circular, muy próximos entre sí, pero sin llegar a formar una cresta. Carenas secundarias, bisectando a la anterior, poco importantes y constituidas por dos o tres nodos redondeados y gruesos.

Plataforma ornada por nodos gruesos y escasos, situados sobre todo cerca de los márgenes, similares a los de las carenas. Delante de las carenas secundarias, la plataforma está desprovista de ornamentación.

En vista lateral, la unidad está suavemente arqueada en dirección aboral.

Eje oral-aboral, situado en la parte anterior del cuerpo principal, cerca del inicio de la lámina libre. Cavidad basal circular, rodeada por amplias expansiones labiadas, de contorno irregular.

Quillas anterior y posterior suavemente curvadas, con la convexidad dirigida hacia el lado externo, con surcos amplios, más desarrollados cerca de la cavidad basal. Quilla secundaria interna ampliamente surcada y casi completa. Quilla secundaria externa, incipiente, ampliamente surcada y con una visible tendencia a la bifurcación. Ángulo de los semiejes secundarios, próximo a 180°.

Discusión.—*A. isabelae* y otras formas afines, con tendencia a la bifurcación de las quillas laterales, parecen representar la base del tronco del que se originaron todas las formas pentanciroides y hexanciroides de *Ancyrodella* (fig. 11). Nuestra especie, pudo haberse originado, a su vez, a partir de *A. binodosa* o de formas de *A. rotundiloba*, próximas a *A. binodosa*, como las denominadas por UYENO (1967), *A. rotundiloba* subsp. *A.*, con tendencia a la bifurcación de las quillas laterales. *A. isabelae*, difiere de la forma de UYENO, en su menor tamaño y en que la quilla secundaria interna es completa. *A. binodosa*, se distingue también fácilmente, en el tipo de quillas, en el escaso desarrollo de la plataforma en el lóbulo posterior y en la ornamentación mucho más reducida.

Edad.—Nuestra especie, se localiza en niveles anteriores a aquellos en que se produce la desaparición de *Polygnathus dubius*, posiblemente en la parte inferior de la Biozona *-asymmetricus* inferior; por tanto, se trata de una especie del Frasnense (fig. 9).

Ancyrodella lobata BRANSON & MEHL, 1934
(Lám. 3, figs. 7-10; fig. text. 11)

- * 1934 *Ancyrodella lobata* n. sp.; BRANSON & MEHL, p. 239, pl. 19, fig. 14; pl. 21, figs. 22-23.
- 1957 *Ancyropenta longidenticulata* n. sp.; MÜLLER & MÜLLER, p. 1093, pl. 36, figs. 3a-c; pl. 137, figs. 1a-1b, 2.
- 1958 *Ancyrodella lobata* BRANSON & MEHL; ZIEGLER, p. 43, pl. 11, figs. 6, 9.
- 1966 *Ancyrodella lobata* BRANSON & MEHL; ANDERSON, p. 403, pl. 48, figs. 15-16.
- 1968 *Ancyrodella lobata* BRANSON & MEHL; MOUND, p. 470, pl. 65, figs. 7-12.
- 1971 *Ancyrodella lobata* BRANSON & MEHL; SZULCZEWSKI, p. 13, pl. 3, figs. 1-4; pl. 4, figs. 2-3.

- v ± 1979 *Ancyrodella lobata*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), p. 19, fig. text. 13.
- 1979 *Ancyrodella lobata* BRANSON & MEHL; CYGAN, p. 159, pl. 1, fig. 6.
- 1982 *Ancyrodella lobata* BRANSON & MEHL, 1934; MOURAVIEFF (en BIGEY *et al.*), pl. III, fig. 6.
- v • 1986 *Ancyrodella lobata* BRANSON & MEHL, 1934; GARCÍA-LÓPEZ, pl. 3, figs. 11-16.

Material y yacimientos.—Cuatro ejemplares, en buen estado de conservación, procedentes del sur del pueblo de Huergas de Gordón (prov. de León), margen izquierda del río Bernesga, de diversos niveles de una gran intercalación calcárea de la Formación Nocedo: 1 ejemplar, DPO 15456, del nivel HUG-58 (fig. 9); 1 ejemplar, DPO 15479, del nivel HUG-57 A (fig. 9); y 2 ejemplares, DPO 15480 y 15481, del nivel HUG-57 D (fig. 9).

Diagnosis (Emend.)—*Ancyrodella* pentanciroide, con ángulo de los semiejes secundarios igual o menor de 90°. Carena accesoria ausente. Quilla accesoria, incipiente o completa, situada por detrás de la quilla secundaria externa y dirigida lateral o posteriormente.

Descripción.—Cuerpo principal asimétrico, más largo que ancho, con cuatro lóbulos desarrollados. Los lóbulos secundarios, se dirigen anteriormente y tienen terminaciones agudas. El lóbulo posterior, es también agudo. El lóbulo accesorio, es incipiente o bien desarrollado y se extiende por el lado externo, lateral a posterolateralmente.

Lámina libre, algo más corta que el cuerpo principal. Carena anterior, constituida por unos 8 denticulos. Los situados sobre la lámina libre son agudos, comprimidos lateralmente, con ápices dirigidos hacia atrás, coalescentes por sus bases y más fuertes que los situados en la lámina fija, los cuales tienen sección circular y, en ocasiones, no llegan a constituir una verdadera cresta. Carena posterior, formada por 7 a 8 denticulos, finos y redondeados, más o menos próximos entre sí. Carenas secundarias, dirigidas oblicuamente hacia la anterior, constituidas por nodos finos y redondeados, en número variable. No existe carena accesoria.

La plataforma, está ornada por nodos finos y redondeados, relativamente abundantes, similares a los de las carenas.

En vista lateral, la unidad está arqueada, con los lóbulos anterior y posterior fuertemente doblados aboralmente.

El eje oral-aboral, está situado en la mitad anterior del cuerpo principal. Cavidad basal pequeña, romboidal, limitada por expansiones labiadas estrechas. Quillas anterior y posterior, bien desarrolladas, algo curvadas en dirección externa, con surcos estrechos, visibles, sobre todo, proximalmente. Quillas secundarias, completas, surcadas, formando un ángulo igual o menor de 90°. Quilla accesoria, incompleta a completa, situada por detrás de la quilla secundaria externa, dirigiéndose lateral o posterolateralmente.

Discusión.—Como ya indicamos, esta especie parece representar un intermedio morfológico entre *Ancyrodella mouravieffi* y *A. curvata*. Las diferencias con la primera especie, se indicarán más adelante, mientras que las que presenta con *A. curvata*, ya han sido subrayadas en la descripción de ésta especie.

ZIEGLER (1962a), estimó que *A. lobata*, debía derivar de *A. gigas*. En nuestra opinión, esta especie, sería una forma muy especializada, comprometida en el modelo tetranciroide, de desarrollo de láminas, difícil de imaginar como fuente de formas pentanciroides (fig. 11).

Las diferencias entre *A. lobata* y *A. africana*, ya fueron también reseñadas antes.

Edad.—De acuerdo con ZIEGLER (1959, 1962b), la especie se extendería desde la Biozona *-asymmetricus* media, hasta la *Palmatolepis gigas* superior. Por tanto, sería una forma de edad Frasnense.

Ancyrodella mouravieffi GARCÍA-LÓPEZ, 1986
(Lám. 1, figs. 13-21; lám. 2, figs. 1-4; fig. text. 11)

- v ± 1979 *Ancyrodella gigas*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), fig. text. 13.
- v ± 1979 *Ancyrodella* aff. *gigas*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), fig. text. 13.
- v * 1986 *Ancyrodella mouravieffi* n. sp.; GARCÍA-LÓPEZ, pl. 1, figs. 17-24; figs. 1-6 (pl. 1, figs. 17-19: holotipo).

Localidad típica.—Sur del pueblo de Huergas de Gordón (prov. de León), en la margen izquierda del río Bernesga.

Estratq típico.—Nivel calcáreo, HUG-55 B, dentro de una gran intercalación calcárea en la Formación Nocedo (fig. 9).

Material y yacimientos.—Ocho ejemplares, en variable estado de conservación, procedentes todos de la localidad típica.

HOLOTIPO DPO 15482 (lám. 1, figs. 13-17), y otro ejemplar DPO 15459, procedentes del estrato típico.

Un paratipo, DPO 15483, procedente del nivel HUG-55 A (fig. 9).

Un paratipo, DPO 15484, procedente del nivel HUG-56 (fig. 9).

Un ejemplar, DPO 15461, del nivel HUG-55 C (figura 9).

Un ejemplar, DPO 15468, del nivel HUG-57 (figura 9).

Dos ejemplares, DPO 15471-15472, del nivel HUG-53 (fig. 9).

Descripción.—Cuerpo principal asimétrico y lobado. Lóbulos secundarios dirigidos anteriormente y con terminaciones agudas. Lóbulo posterior muy agudo. Lóbulo accesorio, apenas insinuado.

Lámina libre algo más corta que el cuerpo principal. Carena anterior, constituida por un número variable de denticulos. Estos son gruesos y redondeados en la lámina fija, y lateralmente comprimidos y con ápices dirigidos hacia atrás, en la lámina libre. Los denticulos de la lámina libre, crecen rápidamente en altura desde el borde anterior hacia atrás, siendo muy altos y fuertes el 3.º, 4.º y 5.º, y decreciendo rápidamente en altura y grosor el resto de ellos, en dirección hacia el cuerpo principal. Los denticulos de la carena anterior están, a veces, unidos por sus bases, formando así una cresta nodosa. Carena posterior, constituida por 7 a 9 denticulos, redondeados y gruesos; en algunos ejemplares, están también un poco comprimidos lateralmente. Carenas secundarias, bien desarrolladas, pero no muy fuertes, bisectando la carena anterior, constituidas por nodos en número y grosor variable.

Plataforma ornada por nodos semicirculares y groseros, similares a los de las carenas, que se disponen, a veces, en filas más o menos paralelas a la carena posterior.

En vista lateral, la unidad está bastante curvada, con lóbulo posterior fuertemente dirigido aboralmente.

Eje oral-aboral, situado hacia la mitad de la longitud. En relación al cuerpo principal, se sitúa próximo al borde anterior del mismo. Cavidad basal pequeña, romboidal, limitada por expansiones

labiadas bastante anchas, formando una estructura también romboidal. Quillas anterior y posterior, suavemente curvadas, con la convexidad dirigida hacia el lado externo, con surcos bien marcados, sobre todo proximalmente. Quillas secundarias, completas y también surcadas, formando un ángulo de 100° a 120°. Quilla accesoria incompleta, situada por detrás de la quilla secundaria externa, formando un ángulo de 90°, o menos, con la quilla anterior.

Discusión.—*A. mouravieffi*, derivaría de formas próximas a *A. isabellae*, por desarrollo completo de la lámina secundaria externa y cierre del ángulo de los semiejes secundarios y, a su vez, originaría, como ya indicamos en otro lugar, formas del tipo de *A. lobata* y *A. curvata* (fig. 11).

A. mouravieffi, se separa fácilmente de *A. lobata* y de *A. curvata*, en el ángulo de los semiejes secundarios, mucho mayor, y en el ángulo de los semiejes accesorio y anterior, menor que en éstas. Además, la lobación es menos fuerte y la ornamentación mucho más grosera y escasa que la de dichas especies.

De *A. africana*, se separa en el ángulo menor entre los semiejes secundarios y en el hecho de que la quilla accesoria, se origina por detrás de la quilla secundaria externa, en lugar de hacerlo por delante como en *A. africana*.

Edad.—La especie aparece, en España, antes de la extinción de *Polygnathus dubius* y alcanza hasta la entrada de *A. curvata*. Se extendería, por tanto en las Biozonas *-asymmetricus* inferior y *-asymmetricus* media, del Frasniense (fig. 9).

Ancyrodella aff. *mouravieffi* GARCÍA-LÓPEZ, 1986 (Lám. 2, figs. 5-7; fig. text. 11)

Material y yacimientos.—Un ejemplar, con la lámina libre fragmentada, DPO 15485, procedente del sur de Huergas de Gordón (prov. de León), margen izquierda del río Bernesga, nivel HUG-56 (figura 9), de una gran intercalación calcárea de la Formación Nocedo.

Descripción.—Cuerpo principal asimétrico, de contorno pentagonal, lobado. Lóbulos secundarios con terminaciones agudas. Lóbulos accesorios interno y externo, poco marcados. Lóbulo posterior, agudo.

Parte fija de la carena anterior, bien desarrollada, pero dañada en el ejemplar disponible. Ca-

rena posterior, formada por nodos finos y redondeados, no muy grandes. Carenas secundarias y accesorias, poco marcadas.

Plataforma ornada por nodos finos, semicirculares, poco abundantes, similares a los de las carenas.

Eje oral-aboral, situado en el tercio anterior del cuerpo principal. Cavidad basal pequeña, romboidal, rodeada por expansiones labiadas estrechas. Con seis quillas, más o menos desarrolladas, conformando el modelo laminar hexanciroide. Quillas anterior y posterior suavemente curvadas, con surcos estrechos, desarrollados sobre todo proximalmente. Quillas secundarias completas, formando un ángulo de unos 115°. Quillas accesorias internas y externas, incompletas, situadas por detrás de las quillas secundarias.

Discusión.—Esta forma es, a nuestro conocimiento, el único representante hexanciroide de *Ancyrodella*. De acuerdo con el ángulo de las quillas secundarias y con el modelo ornamental, podría haber derivado de formas próximas a *A. mouravieffi*, de la que se distingue por la presencia de una quilla accesoria más y por el distinto contorno del cuerpo principal. De *A. lobata* y *A. curvata* se distingue también en la presencia de una quilla accesoria más y en el diferente tipo de ornamentación.

Edad.—El único ejemplar disponible, procede de una muestra situada por encima de la desaparición de *Polygnathus dubius* y de la entrada de *A. curvata*. Correspondería, por tanto, posiblemente a la Biozona *-asymmetricus* media, es decir, al Frasniense.

Ancyrodella rotundiloba (BRYANT, 1921) (Lám. 1, figs. 6-10; fig. text. 11)

- ± 1879 *Polygnathus tuberculatus* n. sp.; HINDE, p. 336, pl. 17, fig. 10 (non fig. 9; *P. tuberculatus*).
- * 1921 *Polygnathus rotundilobus* n. sp.; BRYANT, p. 26, pl. 12, fig. 1-6.
- 1958 *Ancyrodella rotundiloba* (BRYANT); ZIEGLER, p. 44, pl. 11, figs. 11, 12a-b.
- 1966 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT); GLENISTER & KLAPPER, p. 799, pl. 85, figs. 9-13.
- 1967 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT); ADRICHEM-BOOGAERT, p. 178, pl. 1, fig. 3.
- 1970 *Ancyrodella rotundiloba* (BRYANT); KIRCHGASSER, p. 343, pl. 65, figs. 5-6, 8-9.
- 1971 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT); SZULCZEWSKI, p. 15, pl. 1, figs. 3-4; pl. 2, fig. 6.

- 1973 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT); ZIEGLER (en ZIEGLER ed., Catálogo de Conodontos), p. 29, pl. 1, figs. 1-2.
- v • 1976 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT); GARCÍA-LÓPEZ, p. 176, lám. 2, figs. 24.
- v ± 1979 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), pp. 19-20, fig. text. 13.
- 1979 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT); CYGAN, p. 161, pl. 1, fig. 7.
- 1979 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT); BULTYNCK (en BRICE *et al.*), pl. 27, figs. 12-13.
- 1981 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT); BULTYNCK (en BULTYNCK & JACOBS), pp. 17-18, pl. X, figs. 1-9.
- 1982 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT); BULTYNCK (en BIGEY *et al.*), pl. I, figs. 26-27; pl. II, figs. 1-3.
- 1982 *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (BRYANT); MOURAVIEFF (en BIGEY *et al.*), pl. II, fig. 4.
- 1986 *Ancyrodella rotundiloba* (BRYANT); GARCÍA-LÓPEZ, pl. 1, figs. 6-12.

Material y yacimientos.—Ocho ejemplares, todos con la lámina libre rota, procedentes del sur del pueblo de Huergas de Gordón (prov. de León), margen izquierda del río Bernesga, de diversos niveles de una gran intercalación calcárea dentro de la Formación Nocedo.

Un ejemplar, DPO 15473, del nivel HUG-55 C (figura 9).

Cinco ejemplares, DPO 15474 y 15489 (I-IV), del nivel HUG-56 (fig. 9).

Dos ejemplares, DPO 15487-15488, del nivel HUG-51 B (fig. 9).

Diagnosis (Emend.).—Conodontos tetranciroides, con cuerpo principal grande, de contorno triangular. Lóbulos anteriores redondeados. Lóbulo posterior subredondeado. Plataforma ornada por nodos gruesos de sección circular. Quillas secundarias incompletas, formando un ángulo agudo. Cavidad basal rómbica, de extensión variable.

Descripción.—Cuerpo principal amplio, robusto, de contorno triangular redondeado. Lóbulos anteriores y posterior redondeados, más o menos marcados.

Porción proximal de la carena anterior, constituida por nodos muy apretados, formando una cresta. Carena posterior, constituida por nodos gruesos, semiesféricos, más o menos próximos, pero sin constituir una cresta. En algunos ejemplares, pueden verse filas de nodos sobre la plata-

forma, siguiendo la dirección de los lóbulos anteriores y bisectando la carena anterior, tendiendo a formar carenas secundarias.

En vista lateral, la unidad está suavemente arqueada, con lóbulo posterior dirigido aboralmente.

Eje oral-aboral, situado en el tercio anterior del cuerpo principal. Cavidad basal pequeña, rómbica, rodeada por expansiones labiadas anchas, diseñando una estructura romboidal. Quillas anterior y posterior suavemente curvadas, con la convexidad dirigida hacia el lado externo, con surcos estrechos visibles, sobre todo, proximalmente. Quillas secundarias incompletas, formando un ángulo agudo, con surcos desarrollados, sobre todo cerca de la cavidad basal.

Discusión.—Los caracteres de esta forma, difieren lo suficiente de *A. alata*, como para considerarla específicamente separada, tal como hace KLAPPER (1985).

Esta especie derivaría de formas próximas a *Ancyrodella binodosa* que hubieran experimentado un rápido aumento en la extensión de la plataforma y en las que el ángulo de los semiejes secundarios tendiese rápidamente a cerrarse. Esta tendencia, conduciría posteriormente, a formas como *A. gigas* y *A. buckeyensis*.

A. rotundiloba, se diferencia de *A. alata* en el ángulo de los semiejes secundarios mucho más cerrado, en el contorno de la plataforma más redondeado y simétrico, diferente ornamentación y en el carácter incompleto de ambas quillas secundarias, mientras que en *A. alata*, una de las quillas, al menos, suele ser completa.

Del resto de formas tetranciroides de *Ancyrodella*, se diferencia en el carácter incompleto de las quillas secundarias.

A. rotundiloba, se distingue de *A. rotundiloba* subsp. *A.*, de UYENO, en la ausencia de quillas accesorias.

A. binodosa y *A. rotundiloba* tienen un alto rango de variabilidad. La concepción específica de ambas, varía según los autores. Aquí, consideramos pertenecientes a *A. binodosa* formas con una cavidad basal relativamente grande, redondeada, limitada por expansiones labiadas que integran una estructura transversalmente ovalada y que presentan quillas secundarias incipientes, ampliamente surcadas, formando un ángulo variable. Por el contrario, formas representativas de *A. rotun-*

diloba tienen una cavidad basal pequeña, rómbica, rodeada de expansiones labiadas que diseñan una estructura romboidal y quillas secundarias incompletas formando un ángulo agudo.

Una gran parte de las formas consideradas por KLAPPER (1985) como pertenecientes a *A. rotundiloba*, presentan una cavidad basal y un modelo de quillas más próximo, en nuestra opinión, a formas como *A. binodosa sensu* BULTYNCK (en BULTYNCK & JACOBS, 1981) y *A. isabellae*. Por esta razón y dada la variedad de tipos morfológicos incluidos en *A. rotundiloba* por KLAPPER (1985), optamos en el presente trabajo por no incluirlos en la sinonimia de esta especie, en tanto no se clarifique la separación entre *A. binodosa*, *A. rotundiloba* y formas afines.

Edad.—Base del Devónico Superior. Se encuentra asociada con Ammonoideos de la Biozona *Phariceras lunulicosta*, en Alemania, de acuerdo con ZIEGLER (1962b), y con *Timanites angustus*, en el oeste de Australia, de acuerdo con GLENISTER & KLAPPER (1966). Corresponde, por tanto, a la parte inferior de la *Manticoceras-Stufe* (doI β), y, dentro de la zonación de Conodontos, ocuparía desde la base de la Biozona *-asymmetricus* inferior hasta el techo de la de *-asymmetricus* media.

Recientemente, *A. rotundiloba* ha sido propuesto como indicador biostratigráfico de la base del Devónico Superior (cf. ZIEGLER & KLAPPER, 1985).

Ancyrognathus BRANSON & MEHL

Especie-tipo.—*Ancyrognathus symmetricus* BRANSON & MEHL, 1934.

Diagnosis.—Conodontos de contorno triangular. Plataforma extensa, generalmente irregular, trilobada, con lóbulos anterior y posterior y posterolateral externo. Láminas anterior y posterior, bien desarrolladas. Lámina secundaria completa. Lámina libre, muy corta a prácticamente inexistente. Carena anterior bien desarrollada, generalmente con una parte de los denticulos muy diferenciados de los demás. Carenas posterior y secundaria completas. Plataforma ornada profusamente por crestas y nodos. En vista lateral, los tres lóbulos aparecen doblados aboralmente. Eje oral-aboral, situado hacia la mitad posterior del conodonto. Cavidad basal triangular, pequeña, limitada por rebordes labiales estrechos, formados por la unión de las quillas. Quillas surcadas, sobre todo proxi-

malmente. Quillas anterior, posterior y secundaria, completas.

Discusión.—*Ancyrognathus* derivó, posiblemente, de un grupo de *Polygnathus* con plataforma extensa, del tipo de *P. ancyrognathoideus*, de acuerdo con ZIEGLER (1962a, 1973).

El género *Ancyroides* MILLER & YOUNGQUIST, es considerado por la mayoría de autores como sinónimo más reciente de *Ancyrognathus*, a causa de que la diferencia que se invoca entre ambos géneros: la terminación abrupta de la carena anterior, proximalmente, en *Ancyroides*, parece insuficiente a nivel genérico.

Ancyrognathus, se separa fácilmente de *Ancyrodella*, en su contorno trilobado, en oposición al tetralobado del último taxon mencionado. Esta diferencia, responde al desarrollo de modelos conodontales de plataforma, con tres y cuatro láminas, respectivamente, y se acusa también en la forma de la cavidad basal y expansiones labiadas, que suele ser triangular en *Ancyrognathus* y romboidal en *Ancyrodella*. Por otra parte, la lámina anterior de *Ancyrodella* es, en su mayor parte, libre, mientras que la de *Ancyrognathus*, prácticamente es toda fija. En efecto, en el último género, la plataforma aneja a la lámina anterior, aunque adelgaza hacia delante, no lo hace en mayor proporción que la plataforma aneja a las láminas de los otros lóbulos.

Ancyrognathus, no ha sido reconocido aún como aparato esquelético multielemental. ZIEGLER (1972, 1973), sugiere que podría pertenecer a un aparato compuesto sólo de elementos ancyrognáticos o de elementos ancyrognáticos y ancyrodélicos.

Ancyrognathus triangularis YOUNGQUIST, 1945 (Lám. 3, figs. 14-15; fig. text.11)

± 1934 *Ancyrognathus irregularis* n. sp.; BRANSON & MEHL, p. 242, pl. 19, figs. 1-2, 10 (non figs. 4, 16: *A. irregularis*).

* 1945 *Ancyrognathus triangularis* n. sp.; YOUNGQUIST, p. 356, pl. 54, fig. 7.

. 1958 *Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST; ZIEGLER, p. 49, pl. 10, figs. 1-8, 12, 15, 20.

. 1962 *Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST; ETHINGTON & FURNISH, p. 1263, pl. 172, figs. 9-10.

. 1966 *Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST; GLENISTER & KLAPPER, p. 802, pl. 87, figs. 10-13.

. 1967 *Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST; ADRI-CHEM-BOOGAERT, p. 178, pl. 1, fig. 4.

. 1968 *Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST; MOUND, p. 471, pl. 65, figs. 19-22.

- . 1970 *Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST; SEDDON, p. 51, pl. 9, figs. 2-6.
- . 1971 *Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST; SZULCZEWSKI, p. 19, pl. 6, figs. 3, 5.
- . 1978 *Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST; ORCHARD, p. 942, pl. 114, fig. 5.
- v ± 1979 *Ancyrognathus triangularis*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), pp. 19, 21, fig. text. 13.
- . 1979 *Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST; CYGAN, p. 167, pl. 1, fig. 13; pl. 2, fig. 1.
- . 1982 *Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST, 1945; MOURAVIEFF (en BIGEY *et al.*), pl. V, figs. 10-15; pl. VI, figs. 1-6.
- . 1986 *Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST; GARCÍA-LÓPEZ, pl. 3, figs. 20-21.

Material y yacimientos.—Un ejemplar, DPO 15492, procedente del sur del pueblo de Huergas de Gordón (prov. de León), margen izquierda del río Bernesga, de un nivel calcáreo HUG-58, dentro de una gran intercalación de la misma naturaleza, en la Formación Nocedo (fig. 9).

Descripción.—Plataforma delgada, trilobada. Márgenes exterior e interior de la plataforma concavos. Lóbulo anterior más largo que los otros. Lóbulos posterior y lateral de longitud y desarrollo similar. Lóbulo lateral situado en el margen externo.

Lámina anterior prácticamente fija en su totalidad. Carena anterior bien desarrollada, constituida por 10 denticulos, de los cuales los cinco anteriores, tienen sección elíptica y son más altos y gruesos que los restantes, los cuales son de sección subcircular y están dispuestos muy próximos entre sí, constituyendo una cresta nodosa. Carena posterior formada, también por denticulos bajos y de sección circular, reunidos en una cresta nodosa. Carena secundaria, formada por 6 denticulos, cuyo carácter es similar al de los de la carena posterior, exceptuando los dos denticulos distales que son algo más altos y agudos.

Plataforma ornada por nodos finos y crestas pequeñas y bajas. Adcarenalmente, la plataforma carece de elementos ornamentales, pero no se llegan a desarrollar surcos.

En vista lateral, la plataforma está arqueada, con los tres lóbulos doblados aboralmente.

Eje oral-aboral, situado en la mitad posterior del conodonto. Cavidad basal pequeña, triangular, limitada por expansiones labiales resultantes de la fusión de las quillas, conformando una estruc-

tura asimétrica triangular. Quillas rectas, bien desarrolladas, surcadas sobre todo proximalmente. El ángulo de las quillas anterior y posterior es de unos 145°, y el de las quillas posterior y lateral, de unos 75°.

Discusión.—El contorno de la plataforma, las dimensiones relativas y posición de los lóbulos, el carácter de los denticulos distales de la carena anterior y la situación del eje oral-aboral, permiten incluir el ejemplar descrito en *Ancyrognathus triangularis*.

A. asymmetricus, difiere en la situación más posterior del lóbulo externo y en la terminación abrupta de la carena anterior, en su extremo proximal.

Las diferencias con *Polygnathus ancyrognathoideus*, se señalarán en la descripción de este último taxon.

Edad.—*A. triangularis*, se extiende desde la base de la Biozona a la que da nombre (doI γ), hasta la parte inferior de la Biozona *Palmatolepis gigas* superior (doI δ), de acuerdo con ZIEGLER (1962b).

En Bélgica, la zona *A. triangularis* y la *P. gigas* inferior, debido a la escasa representación específica del género *Palmatolepis* han sido consideradas como equivalentes a una sola Biozona, denominada *Ancyrognathus triangularis sensu lato* (cf. MOURAVIEFF & BOUCKAERT, 1973). El mismo criterio, sería aplicable en el dominio astur-leonés, donde no se conocen representantes de *Palmatolepis*.

En conjunto, dada la repartición de *A. triangularis*, su edad es Frasnense.

Ancyrognathus tsiensi MOURAVIEFF, 1982 (Lám. 3, figs. 16-17)

* 1982 *Ancyrognathus tsiensi* n. sp.; MOURAVIEFF (en BIGEY *et al.*), pp. 104-107, pl. IV, figs. 6-8; pl. V, figs. 2-11.

v . 1986 *Ancyrognathus tsiensi* MOURAVIEFF, 1982; GARCÍA-LÓPEZ, pl. 3, figs. 22-23.

Material y yacimientos.—Un solo ejemplar, DPO 15493, procedente del sur del pueblo de Huergas de Gordón (provincia de León), margen izquierda del río Bernesga, 2 m. bajo el nivel HUG-58, en una gran intercalación calcárea de la Formación Nocedo (fig. 9).

Descripción.—Plataforma de contorno trilobado,

con márgenes externo e interno convexos. Lóbulo anterior aproximadamente dos veces más largo que los otros lóbulos. Lóbulo posterior y lateral, de longitud y desarrollo similar. Lámina anterior, prácticamente fija. Carena anterior, formada por 6 denticulos de sección elíptica, parcialmente fragmentados, pero más gruesos que los denticulos de las otras carenas. Carenas posterior y secundaria, constituidas, cada una, por 2 denticulos de sección elíptica.

Plataforma lisa, salvo en el límite de los márgenes de los lóbulos anterior y lateral, donde existen 5 nódulos poco marcados. Surcos adcarenales, poco profundos.

En vista lateral, la plataforma está arqueada, con los tres lóbulos dirigidos aboralmente.

Eje oral-aboral, situado en el tercio posterior de la longitud. Cavidad basal, pequeña y triangular, limitada por expansiones labiales relativamente amplias, diseñando una estructura triangular isósceles, con el lado pequeño formado por la confluencia de las quillas anterior y lateral. Quillas bien desarrolladas, surcadas proximalmente. El ángulo entre las quillas anterior y posterior, es de unos 150°. El de las quillas posterior y lateral de unos 90°.

Discusión.—El contorno de la plataforma de *A. tsiensi* es similar al de *A. triangularis*, pero difiere de este último por la presencia de denticulos altos en la parte anterior de la carena. *A. tsiensi* tiene un contorno de la plataforma más simétrico que *A. asymmetricus* y una cavidad más ancha hacia la quilla posterior; esta contrasta con la cavidad basal de *A. asymmetricus* más pequeña y alargada (cf. MOURAVIEFF, 1982).

Edad.—*A. tsiensi* aparece en la Biozona *-asymmetricus* superior y se extiende hasta la parte basal de la Biozona de *A. triangularis* (cf. *op. cit.*, p. 105). Nuestra forma se sitúa por debajo del inicio de *A. triangularis*, lo que nos permite considerarlo como correspondiendo a la Biozona de *-asymmetricus* superior del Frasniense.

Caudicriodus BULTYNCK

Especie-tipo.—*Icriodus woschmidti* ZIEGLER, 1960.

Diagnosis.—Muy similar a *Icriodus*, pero con un proceso exterior bien desarrollado y carena den-

ticulada. Eventualmente, sobre el proceso exterior, puede desarrollarse una pequeña plataforma, provista de denticulos. La carena exterior, se sitúa en la prolongación de la carena posterior; sus semiejes, forman un ángulo de 90° a 150°. En ocasiones, puede aparecer un espolón interno, poco desarrollado. Surco exterior presente.

Discusión.—*Caudicriodus* se distingue de *Icriodus*, en el desarrollo de un proceso exterior, como se indica en la diagnosis.

Caudicriodus, se diferencia fácilmente de *Praelatericriodus* y de *Latericriodus*, por los caracteres del proceso exterior; en estos dos últimos taxones, se trata de un proceso bien individualizado, cuya carena se destaca lateralmente de la carena posterior, mientras que en *Caudicriodus*, la carena exterior es una prolongación continua de la carena posterior. Además, en *Caudicriodus*, los denticulos de la carena posterior, son más altos que los de la carena anterior, disposición inversa a la que presentan en *Praelatericriodus* y *Latericriodus*.

Caudicriodus bultyncki n. sp. (Lám. 4, figs. 1-7)

v . 1979 *Caudicriodus celtibericus* (CARLS & GANDL, 1969); GARCÍA-LÓPEZ (en ARBIZU *et al.*), p. 114, lám. 3, figuras 15-17.

v . 1979 *Caudicriodus celtibericus*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), p. 6, figs. text. 6, 7.

Derivatio nominis.—Dedicada al Dr. Pierre BULTYNCK, del Instituto Real de Ciencias Naturales, de Bélgica.

Localidad típica.—Ensenada de Moniello (NO de Luanco, Asturias).

Estrato típico.—Nivel M-810A, de calizas arenosas, situado en la parte basal del Miembro Inferior de la Formación Moniello (fig. 3).

Material y yacimientos.—Ocho ejemplares, procedentes del estrato y localidad típicos.

HOLOTIPO DPO 13300 (lám. 4, figs. 5-7), y dos paratipos, DPO 15494-15495.

Diagnosis.—Superficie oral del cuerpo principal corta, provista de 5 a 6 filas transversales de denticulos, conectados por puentes transversales. El espaciamiento de las filas transversales, en los dos tercios anteriores del cuerpo principal, es mucho mayor que en el tercio posterior. El último,

o dos últimos, denticulos de la carena posterior, son más altos que los demás. Proceso exterior corto; carena del proceso exterior, constituida por denticulos, cuya altura disminuye distalmente. Los semiejes de los surcos anterior y exterior forman un ángulo de 110° a 140°.

Descripción.—Cuerpo principal estrecho, biconvexo en vista oral. En su extremo anterior, las filas longitudinales, media y laterales, de denticulos están mal diferenciadas.

La carena anterior, lleva de 4 a 6 denticulos, más o menos gruesos, conectados por puentes longitudinales. La carena posterior, lleva 2 denticulos, muy comprimidos lateralmente, más estrechos y altos que los de la carena anterior.

Las filas laterales, llevan de 5 a 6 denticulos gruesos, de sección semicircular, bien individualizados. Estos denticulos son más altos y gruesos que los de la carena anterior y están conectados a los de ésta, por puentes transversales bien marcados, constituyendo de 5 a 6 crestas transversales, con denticulos bastante bien alineados. El espaciamiento de las crestas transversales, es mucho mayor en los 2/3 anteriores de la longitud que en el posterior, donde las crestas están muy próximas.

Proceso exterior, bien desarrollado. Carena exterior, constituida por una cresta denticulada (desarrollada a partir del último denticulo de la carena posterior), formada por un número variable de denticulos, comprimidos lateralmente y que decrecen en altura hacia su extremo distal. El borde posterior del proceso, es perpendicular al plano basal, o está un poco inclinado hacia atrás.

Eje oral-aboral, situado hacia la intersección de las carenas posterior y externa. Cavidad basal, con expansiones labiadas muy amplias; en el tercio anterior es más estrecha, abriéndose hacia atrás y haciéndose más amplia del lado exterior. Surco anterior, ligeramente curvado hacia el lado exterior y más profundo que el surco exterior. Los semiejes de ambos surcos, forman un ángulo de 110° a 140°.

Discusión.—*Caudicriodus bultyncki* n. sp., se diferencia de *C. celtibericus*, en que presenta un número menor de filas transversales de denticulos, conectadas por puentes transversales muy marcados, mientras en la última especie, los denticulos suelen estar aislados. Asimismo, el espa-

ciamiento de las filas anteriores, es mayor en *C. bultyncki* n. sp.

Icriodus claudiae KLAPPER, 1980, en nuestra opinión, pertenecería al género *Caudicriodus*. Dicha especie se parece a la nuestra en el diferente espaciamiento de las filas transversales de denticulos. Este carácter, en cualquier caso, no parece muy importante en la sistemática de elementos icriodónticos; en efecto, hemos realizado análisis biométricos entre las diferentes especies de *Praelatericriodus*, *Caudicriodus*, *Latericriodus* e *Icriodus*, figuradas por BULTYNCK (1976), WEDDIGE (1977) y de nuestras propias colecciones, estableciendo como conclusión que, en general, las relaciones numéricas estudiadas, no son constantes en la vida de la especie y que, por tanto, el criterio basado en la separación de las filas transversales puede ser aplicado; pero, en general, en la mayor parte de los elementos icriodónticos, el espaciamiento de los denticulos es más pequeño en la parte posterior del cuerpo principal que en la anterior y, por tanto, no es un criterio específico muy significativo. Al margen de estas consideraciones, *I. claudiae* se diferencia de *C. bultyncki* n. sp., en su mayor tamaño y mayor número de crestas transversales; además, en el proceso externo de *I. claudiae* puede desarrollarse una pequeña plataforma ornamentada, ausente siempre en *C. bultyncki* n. sp.

C. bultyncki se diferencia de *I. stenachensis* AL-RAWI, 1977, en que presenta un número menor de filas transversales de denticulos y un ángulo mayor entre los semiejes de los surcos anterior y posterior. La cavidad basal de *C. bultyncki* no es tan amplia como la de *I. stenachensis* y no presenta, como éste, un espolón interno.

Icriodus nevadensis JOHNSON & KLAPPER, 1981, tiene un cuerpo principal de contorno más lenticular y un espolón interno más desarrollado que *C. bultyncki*.

Edad.—Nuestra especie fue encontrada sobre la primera aparición de *Paraspirifer sandbergeri* y de *Euryspirifer paradoxus*, y por debajo de la primera aparición de *Icriodus corniger ancestralis* (cf. ARBIZU *et al.*, 1979, pp. 108, 109, fig. text. 4). Su edad sería, por tanto, posiblemente Emsiense Superior (fig. 3).

Caudicriodus aff. celtibericus (CARLS & GANDL, 1969)
(Lám. 4, figs. 8-9)

Material y yacimientos.—Un solo ejemplar, procedente de la Formación Moniello, en su localidad-tipo (Ensenada de Moniello, NO de Luanco, Asturias), DPO 15496, del nivel M-852 (fig. 3), situado cerca del techo del Miembro Inferior.

Descripción.—Aspecto general masivo. Superficie oral del cuerpo principal estrecha. Carena anterior, formada por 7 dentículos de sección circular, conectados por débiles puentes. Carena posterior con dos dentículos, el primero similar a los de la carena anterior y el último, más grueso, y un poco más alto que aquéllos. Las filas laterales presentan cinco dentículos de sección circular, unidos por sus bases y conectados a los dentículos de la carena anterior por débiles puentes transversales. Espaciamiento de las crestas transversales, uniforme.

Proceso exterior corto, con borde posterior alto inclinado hacia delante. Carena constituida por un dentículo robusto. La altura de los dentículos de las filas laterales y de la carena anterior, es similar.

Eje oral-aboral, situado muy cerca del extremo posterior del conodonto. Cavidad basal asimétrica, con expansiones labiadas muy amplias. El labio exterior se ensancha hacia la mitad de la longitud y el labio interior, a la altura del cuarto y quinto dentículos de la fila lateral, desarrollándose como un espolón. Surco anterior ligeramente curvado hacia el lado externo con semieje formando, con el del surco exterior, un ángulo de 140°.

Discusión.—Nuestro ejemplar difiere de *Caudicriodus celtibericus*, fundamentalmente, en que los dentículos de las filas laterales son coalescentes, salvo en sus extremos, mientras que en ésta los dentículos están bien individualizados y son más fuertes. Asimismo, los dentículos de la carena posterior están más comprimidos lateralmente, y son mucho más altos, en *C. celtibericus*. Por último, las expansiones labiadas de la cavidad basal se ensanchan hacia atrás, en *C. celtibericus*, de una forma más gradual que en nuestro ejemplar.

Edad.—*C. aff. celtibericus* se encuentra asociado con braquiópodos y conodontos del Cuviniense Inferior (GARCÍA-ALCALDE *et al.*, 1979 y fig. 3).

Icriodus BRANSON & MEHL

Especie-tipo.—*Icriodus expansus* BRANSON & MEHL, 1934.

Diagnóstico.—Conodontos con aspecto aproximadamente triangular, aguzado hacia delante. En vista oral, la superficie del cuerpo principal tiene forma de huso o de lágrima y presenta tres filas longitudinales de dentículos, a veces conectados por puentes longitudinales y transversales. Carena anterior, limitada en toda su extensión por la plataforma, sobre la que se desarrollan las filas laterales. Carena posterior, generalmente más corta que la anterior, a veces limitada por una débil plataforma. Eje oral-aboral, situado cerca del extremo posterior del conodonto. Superficie aboral, totalmente excavada. La excavación es más amplia hacia atrás. Labios de la cavidad basal muy desarrollados, transformándose en ocasiones en espolones interno y externo.

Discusión.—BRANSON & MEHL (1934) describieron *Icriodus* como un conodonto de plataforma, cuya lámina anterior no resalta tan significativamente como en los demás conodontos de plataforma, por su diferente denticulación o por la ausencia, total o parcial, de plataforma en torno a ella. Además, interpretaron la parte más ensanchada de las expansiones labiadas de la cavidad basal, como posterior, orientación adoptada en la actualidad por todos los autores.

En *Icriodus* la lámina posterior es la que resalta más, debido a que se encuentra destacada del cuerpo principal y carece, o casi, de plataforma en torno a ella, disponiendo de dentículos de morfología diferente a la de los del cuerpo principal. Esto podría hacer dudar de la orientación que debería adoptarse para conodontos icriodónicos, pero en la mayoría de los conodontos de plataforma, igual que sucede en *Icriodus*, las expansiones labiadas de la cavidad basal se desarrollan más hacia el extremo escogido como posterior. En cualquier caso, la morfología de la lámina posterior ha debido ser la responsable de que algunos autores, en el pasado, hubiesen orientado a *Icriodus*, y géneros afines, al revés. ZIEGLER (1960, p. 186) y LINDSTRÖM (1964, p. 178), consideraron significativo para establecer la orientación de *Icriodus* la curvatura del ápice de su cavidad basal que, igual que en todos los demás tipos de Conodontos, tiene su lado cóncavo hacia el extremo elegido, actualmente, como posterior.

Sin embargo, NICOLL (1982, p. 200), cuestiona la orientación dada actualmente al elemento I del género *Icriodus* y propone que se oriente al revés. Para ello se basa en las características morfológicas que muestra el material del multielemento *I. expansus* tales como: el origen de la cavidad basal, con dos centros de crecimiento, la forma de dicha cavidad y el modo de crecimiento de la superficie oral.

BRANSON & MEHL (1934) incluyeron dentro del género *Icriodus* formas con labios de la cavidad basal desarrollados como espolones, y también como procesos de diferentes tipos. En 1962, MÜLLER estableció el género *Latericriodus*, diferenciado de *Icriodus* s. str. por tener el labio externo proyectante en un proceso externo bien marcado. El género, así definido, fue rechazado por LINDSTRÖM (1964, p. 178) y KLAPPER & ZIEGLER (1967, p. 74), pero BULTYNCK (1976) lo adoptó, restringiendo aún más el concepto del género *Icriodus*, al crear dos nuevos géneros: *Praelatericriodus* y *Caudicriodus*, provistos también de procesos laterales peculiares. Más tarde, WEDDIGE & ZIEGLER (1977, p. 70) acabaron por aceptar *Latericriodus*, en el sentido original de MÜLLER, es decir, para designar elementos icriodónicos con procesos laterales, rechazando así los géneros *Praelatericriodus* y *Caudicriodus* de BULTYNCK.

KLAPPER & PHILIP (1971) definieron *Icriodus* como un «aparato» con símbolo IS₂, en el cual I representa el elemento icriodónico y S₂ el elemento acodínico. Por su parte, BULTYNCK (1972) estima que el aparato de *Icriodus* debe de comprender tan sólo elementos icriodónicos.

La morfología general de *Icriodus* muestra una cierta semejanza con la de *Scyphiodus* STAUFFER, 1935 (Ordovícico Medio), *Icriodina* BRANSON & BRANSON, 1947 (Silúrico Inferior), *Pelekysgnathus* THOMAS, 1949 (Devónico Superior) y *Gondolella* STAUFFER & PLUMMER, 1932 (Pensilvaniense Medio-Triásico). Las diferencias entre todos estos géneros fueron bien establecidos por HASS (1962).

Icriodus arkonnensis STAUFFER, 1938
(Lám. 9, figs. 1-6)

* 1938 *Icriodus arkonnensis* n. sp.; STAUFFER, p. 429, pl. 52, figs. 10, 15.

* 1938 *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL; STAUFFER, pl. 52, fig. 25 (non pl. 52, figs. 12, 14, 16, 19, 20, 33, 35).

- 1975 *Icriodus arkonnensis* STAUFFER; KLAPPER (en ZIEGLER ed., Catálogo de Conodontos), p. 77, *Icriodus*, pl. 1, figs. 3-4.
- 1977 *Icriodus arkonnensis* STAUFFER; WEDDIGE, p. 284, pl. 2, figs. 26-29.
- v * 1979 *Icriodus arkonnensis* GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), fig. text. 12.
- 1980 *Icriodus arkonnensis* STAUFFER; KLAPPER (en KLAPPER & JOHNSON), pl. 3, fig. 24.

Material y yacimientos.—Seis ejemplares, procedentes de la Formación Portilla, al sur del pueblo de Hurgas de Gordón (prov. de León), en variable estado de conservación.

Dos ejemplares, DPO 15497-15498, del nivel HUG-25B.

Un ejemplar, DPO 15499, del nivel HUG-27.

Un ejemplar, DPO 15500, del nivel HUG-31.

Dos ejemplares, DPO 15501-15502, del nivel HUG-32 (fig. 8).

Descripción.—Conodontos de aspecto general robusto, con el cuerpo principal biconvexo. Carena anterior, formada por 8 a 10 dentículos, de sección rómbica, unidos por puentes longitudinales. Carena posterior formada por 1 a 3 dentículos, el último de los cuales es muy grande y robusto. La carena posterior puede estar limitada por una pequeña plataforma, provista de nódulos conectados con los de la carena, por medio de puentes cortos.

Las filas laterales tienen de 7 a 9 dentículos, de sección circular u oval, más gruesos y altos que los de la carena anterior, sobresaliendo de ellos y conectados a los mismos por medio de puentes transversales muy marcados. El espaciamiento de las crestas transversales es mayor en la mitad anterior del cuerpo principal que en la posterior.

Eje oral-aboral situado cerca del extremo posterior. Cavidad basal con una amplia expansión labiada, cuya mayor amplitud corresponde a la mitad posterior. Labios asimétricos; el interno se desarrolla como un espolón provisto de una depresión cerca de su borde anterior. Surco anterior profundo, curvado hacia el lado externo. Surco posterior poco profundo.

Discusión.—Las diferencias con *Icriodus expansus* se discutirán más adelante (p. 27).

Edad.—De acuerdo con KLAPPER (1975, en ZIEGLER, ed., Catálogo de Conodontos, p. 77), esta especie es Givetiense. Según WEDDIGE (1977, p. 285) se encontraría, sobre todo, en la Biozona *-ensensis*, del Eifeliense Superior al Givetiense Inferior.

En la Caliza de Portilla, en el valle del río Bernesga (fig. 8), *I. arkonnensis* se extiende desde la Biozona *-varcus* media hasta la *-hermanni-cristatus* superior.

Icriodus corniger WITTEKINDT, 1965

Discusión.—El concepto actual de esta especie se basa en la morfología del margen posterior de la expansión labiada de la cavidad basal, el cual es recto y llamativamente oblicuo en algunas formas, mientras que, en otras, posee un entrante más o menos desarrollado en su parte media.

Las expansiones labiadas de la cavidad basal pueden proyectarse como espolones interno y/o externo, de contorno muy variable.

La distinción de subespecies se basa en el contorno y en la ornamentación del cuerpo principal y en las características de la carena posterior, siendo también importantes el aspecto general del conodonto, forma y proporciones de la cavidad basal y de las expansiones labiadas.

Icriodus corniger ancestralis WEDDIGE, 1977
(Lám. 5, figs. 1-9)

v . 1972 *Icriodus* aff. *corniger* WITTEKINDT; BULTYNCK, p. 76, text. fig. 6B.

* 1977 *Icriodus corniger ancestralis* n. ssp.; WEDDIGE, p. 286, taf. 1, figs. 3-6.

v . 1979 *Icriodus corniger ancestralis*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE et al.), figs. text. 6, 7, 11.

v . 1979 *Icriodus corniger ancestralis* WEDDIGE; GARCÍA-LÓPEZ (en ARBIZU et al.), p. 114, lám. 3, figs. 22-23.

. 1979 *Icriodus corniger ancestralis* WEDDIGE; BULTYNCK (en BULTYNCK & MORZADÉC), p. 680, pl. 1, figs. 11-12.

Material y yacimientos.—Diez ejemplares, en variable estado de conservación.

Un ejemplar, DPO 13299, procedente de la Formación Moniello, en su localidad tipo, al NO de Luanco (Asturias).

Nueve ejemplares, procedentes de la Formación Santa Lucía, en la sección del Arroyo de

El Puerto (E de Santa Lucía, León), DPO 15503 y 15504, del nivel SL-2; DPO 15505, 15506 (I-V) y 15507, del nivel SL-3 (fig. 4).

Descripción.—Cuerpo principal biconvexo, con la mayor anchura hacia la parte media. Carena anterior, formada por 7 a 9 dentículos, de sección rómbica, conectados por puentes longitudinales, y de altura similar. Anteriormente, pueden desarrollarse uno a dos dentículos adicionales, sobre los puentes longitudinales.

Carena posterior constituida por tres a cuatro nódulos, transversalmente ovalados, conectados casi siempre con crestas transversales, desarrolladas sobre una estrecha plataforma.

Las filas laterales constan de siete a ocho dentículos masivos y redondeados, unidos a los de la carena anterior por puentes transversales muy marcados. Los dentículos de estas filas están alineados con los de la carena anterior, o los de ésta se encuentran desplazados anteriormente con respecto a ellos. En vista lateral, todos los dentículos del cuerpo principal tienen una altura similar.

Eje oral-aboral, situado cerca del extremo posterior. Cavidad basal más estrecha en los dos tercios o en la mitad anteriores. Expansiones labiadas con desarrollo desigual: del lado exterior, el ensanchamiento se produce a la altura del 4.º ó 5.º dentículo de la fila lateral y es más fuerte que el del lado interior, el cual se produce más posteriormente. El borde posterior, en vista aboral, es oblicuo y suele presentar un entrante medio poco desarrollado.

Espolón interno, más o menos desarrollado. A veces (lám. 5, fig. 3), sobre su lado oral se desarrolla una arista. Espolón externo, aguzado o redondeado. Surco anterior algo curvado hacia el lado externo.

Discusión.—*Icriodus corniger ancestralis* se diferencia de *I. corniger corniger*, fundamentalmente, en la posesión de nódulos en la carena posterior, más fuertes y expandidos lateralmente que los de la última subespecie. Además, *I. corniger ancestralis* tiene el contorno del cuerpo principal, claramente biconvexo, con la máxima anchura hacia su parte media y los nódulos de la carena anterior tienen aproximadamente la misma altura, mientras que en *I. corniger corniger* el contorno del cuerpo principal es biconvexo o cóncavo

voconvexo, la máxima anchura se sitúa hacia atrás y los nódulos de la carena anterior son de distinta altura, sobresaliendo los más posteriores sobre el resto, de manera llamativa.

Las diferencias con *I. leptus* se discutirán más adelante (p. 28).

Edad.—Emsiense Superior. La subespecie aparece en el Eifel, en los bancos inferiores de la Caliza de Ballersbach (WEDDIGE, 1977, p. 287). En las Ardenas es conocida en la Formación de Hierges (Em3) (BULTYNCK, 1972, p. 76). En la Cordillera Cantábrica se encuentra en las Formaciones Moniello (en su localidad tipo) y Santa Lucía (en la sección del Arroyo de El Puerto), en capas del Emsiense Superior (ARBIZU et al., 1979; GARCÍA-ALCALDE et al., 1979; figs. 3 y 4).

Icriodus corniger corniger WITTEKINDT, 1965
(Lám. 5, figs. 10-17)

* 1965 *Icriodus corniger* n. sp.; WITTEKINDT, p. 629, taf. 1, figs. 9-12.

. 1967 *Icriodus corniger* WITTEKINDT; ADRICHEM-BOOGAERT, p. 180, pl. 1, figs. 5, 6.

. 1975 *Icriodus corniger* WITTEKINDT; ZIEGLER (en ZIEGLER ed., Catálogo de Conodontos), p. 95, *Icriodus*, pl. 7, figs. 1-2.

. 1977 *Icriodus corniger corniger* WITTEKINDT; WEDDIGE, p. 287, taf. 1, figs. 16-20 (y lista de sinonimias).

v ± 1979 *Icriodus corniger corniger*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE et al.), pp. 6, 14, 15, figs. text. 6, 7, 11.

Material y yacimientos.—Ocho ejemplares en variable estado de conservación.

Cinco ejemplares, procedentes de la Formación Moniello, en su localidad-tipo (NO de Luanco, Asturias). DPO 15508, del nivel M-838B; DPO 15509, 15510 (I-II), del nivel M-845; DPO 15512, del nivel M-983 (fig. 3).

Tres ejemplares, procedentes de la Formación Santa Lucía, de la sección del Arroyo de El Puerto (Santa Lucía, León). DPO 15513, del nivel SL-6; DPO 15514, del nivel SL-14; DPO 15515, del nivel SL-47 (fig. 4).

Descripción.—Cuerpo principal, de contorno biconvexo a cóncavoconvexo, con la máxima anchura hacia el extremo posterior. Carena anterior, formada por 5 a 9 dentículos, normalmente alineados, pero, a veces, los anteriores pueden situarse en una posición más interna que los posteriores. Los dentículos posteriores son bastante

más altos y gruesos que los anteriores. Todos los dentículos tienen sección circular o romboidal cuando están conectados por puentes longitudinales, desarrollándose dichos puentes, sobre todo, en su mitad posterior. Carena posterior, con 3 a 4 dentículos, parcialmente fusionados. En algún ejemplar (lám. 5, fig. 16), pueden desarrollarse nódulos transversales poco marcados.

Las filas laterales constan de 6 a 7 dentículos de sección circular u oval; en este último caso se encuentran unidos a los de la carena anterior por puentes transversales.

En vista lateral, la mitad proximal de la carena anterior es más alta que las filas laterales.

El eje oral-aboral se sitúa cerca del extremo posterior. Cavidad basal, estrecha en los dos tercios anteriores, provista de expansiones labiadas, de las cuales la más fuerte es la exterior. Espolón interno, más o menos acusado, redondeado o muy agudo. El borde posterior de la unidad es oblicuo y suele ser recto; de él se destaca una pequeña protuberancia redondeada: el espolón externo, típico de la especie, situado en el extremo del borde posterior más alejado del eje oral-aboral. En ciertas formas, el borde posterior, aunque conserva su orientación oblicua, es algo cóncavo.

Surco anterior curvo, bien desarrollado.

Discusión.—Uno de los ejemplares figurados (lám. 5, figs. 10 y 11) es un morfotipo «adulto», que se distinguiría de los demás morfotipos por tener su carena posterior más larga, espolón interno muy acusado y espolón externo débil. En las Ardenas (BULTYNCK, *com. pers.*), abundan formas similares a los morfotipos «adultos» referidos, en la parte baja del Cuviniense Inferior (Cola), asociadas generalmente con *Icriodus rectirostratus*.

I. corniger corniger deriva probablemente de *I. rectirostratus* (WEDDIGE, 1977, p. 288), y se diferencia de esta especie en que la mayor anchura del cuerpo principal se sitúa en su extremo posterior, mientras que en *I. rectirostratus* se sitúa hacia la parte media. El borde posterior, en este último taxón, es más o menos recto y, en vista lateral, la carena anterior tiene una altura menor que la de las filas laterales.

Una de nuestras formas (lám. 5, figs. 16, 17) tiene el borde posterior similar al de *I. rectirostratus*, lo cual no es raro, ya que abundan los tipos morfológicos intermedios entre los dos taxones.

Las diferencias con *Icriodus leptus* se discutirán más adelante (p. 28).

Edad.—En las Ardenas la subespecie se extiende, en general, por todo el Cuviniense (Formaciones de Bure y de Couvin). En el Eifel, se distribuye entre las Biozonas *-patulus* superior y parte de *-costatus costatus*, es decir, en parte del Eifelense.

En la Cordillera Cantábrica se encuentra en capas del Emsiense Superior más alto, en el sentido alemán (Cuviniense Inferior, en sentido belga) (GARCÍA-ALCALDE *et al.*, 1979; figs. 3 y 4).

Icriodus corniger aff. *corniger* WITTEKINDT, 1965 (Lám. 5, figs. 18-19)

v . 1979 *Icriodus corniger corniger* WITTEKINDT; GARCÍA-LÓPEZ (en ARBIZU *et al.*), p. 114, lám. 3, figs. 22-23.

Material y yacimientos.—Un ejemplar DPO 13303, procedente de la Formación Moniello, en su localidad-tipo (Ensenada de Moniello, NO de Luanco, Asturias), nivel M-891 (fig. 3).

Descripción.—Cuerpo principal cóncavoconvexo, con la máxima anchura hacia la parte media. Carena anterior, formada por 7 dentículos que, por efecto de los puentes longitudinales que los conectan, poseen sección rómbica; los puentes longitudinales son más cortos posterior que anteriormente. En vista lateral, la carena anterior se eleva hacia atrás, sin destacar mucho de las filas laterales. La carena posterior presenta proximalmente una cresta transversa poco marcada, y distalmente un nódulo grueso.

Filas laterales, formadas por 7 dentículos, masivos y semiesféricos, más o menos alineados con los de la carena anterior y conectados con ellos por puentes transversales que se debilitan hacia delante.

Surcos transversales más amplios anteriormente.

El eje oral-aboral se sitúa cerca del extremo posterior del conodonto. Cavidad basal, estrecha en el tercio anterior y ensanchada fuertemente en los dos tercios posteriores. Expansiones labiadas muy fuertes, sobre todo la del lado exterior. Espolón interno redondeado, provisto de un sinus. Borde posterior oblicuo; en su unión con el borde externo se desarrolla un espolón.

Surco anterior ancho, profundo y curvado.

Discusión.—Esta forma es muy similar a *I. cor-*

niger corniger, pero se diferencia en que el cuerpo principal es cóncavoconvexo, con la máxima anchura situada hacia la mitad de la longitud. La pequeña cresta transversa que aparece en la carena posterior de estas formas, las aproxima a *I. corniger ancestralis*.

Edad.—Cuviniense Inferior (ARBIZU *et al.*, 1979; figura 3).

Icriodus culicellus (BULTYNCK, 1976)
(Lám. 7, figs. 1-8)

- . 1969 *Icriodus angustus* STEWART & SWEET, 1956; CARLS & GANDL, p. 189, taf. 18, figs. 7, 8.
- . 1970 *Icriodus angustus* STEWART & SWEET, 1956; BULTYNCK, p. 102, pl. I, figs. 1-6, 9.
- . 1972 *Icriodus* aff. *I. angustus* STEWART & SWEET, 1956; BULTYNCK, p. 74, figs. 3A-C.
- . 1974 *Icriodus culicellus* BULTYNCK, 1974; BULTYNCK & GODEFROID, p. 35 (*nomen nudum*).
- v * 1976 *Caudicriodus ? culicellus* n. sp.; BULTYNCK, p. 37, pl. X, figs. 5, 7-14.
- . 1977 *Icriodus culicellus* (BULTYNCK, 1976); WEDDIGE, p. 291, taf. 3, figs. 46-47.
- v . 1979 *Icriodus culicellus* (BULTYNCK, 1976); GARCÍA-LÓPEZ (en ARBIZU *et al.*), pl. 3, figs. 18-19.
- v . 1979 *Icriodus culicellus*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), p. 6, figs. text. 6, 7.
- . 1980 *Caudicriodus ? culicellus* (BULTYNCK, 1976); BULTYNCK (en BULTYNCK & HOLLARD), p. 38, pl. 1, figs. 25a, c.

Material y yacimientos.—Cuatro ejemplares, procedentes de la Formación Moniello, en su localidad tipo (Ensenada de Moniello, NO de Luanco, Asturias). DPO 15519, del nivel M-818; DPO 15520, del nivel M-834; DPO 13301, del nivel M-845; y DPO 15521, del nivel M-852 (fig. 3).

Descripción.—Conodontos de aspecto grácil, con el cuerpo principal estrecho, de bordes subparalelos, normalmente rectos, y, a veces, de contorno cóncavoconvexo.

Carena anterior, formada por 5 a 7 dentículos finos, iguales, y bien separados. Carena posterior, formada por 2 a 3 dentículos comprimidos, total o parcialmente fusionados, constituyendo una cresta. El último dentículo, es mucho más ancho y alto que los demás y, en su borde posterior, lleva una arista o quilla dirigida hacia el lado externo.

Las filas laterales poseen 4 a 6 dentículos separados, similares a los de la carena anterior. Filas transversales, con dentículos bien alineados.

El eje oral-aboral, se sitúa cerca del extremo

posterior. La cavidad basal, es estrecha en los dos tercios anteriores de su longitud. Expansiones labiadas asimétricas, relativamente débiles, originando, del lado interno, un espolón. En vista aboral, el borde posterior es, casi siempre, recto; a veces, puede observarse una pequeña protuberancia que corresponde a la base de la arista que se desarrolla en el margen del último dentículo de la carena posterior.

Discusión.—BULTYNCK (1976), interpretó esta especie, basándose en el aspecto del último dentículo de la carena posterior, que simula un proceso exterior vestigial, como una forma de transición entre los géneros *Caudicriodus* e *Icriodus*. Sin embargo, el conjunto de caracteres que presenta, es propio del último género, en nuestra opinión.

I. culicellus, se diferencia de *I. angustus*, en que su carena posterior es mucho más baja. En la última especie, además, los dentículos del cuerpo principal están, frecuentemente, conectados por puentes transversales y, en vista lateral, la carena anterior es más baja que las filas laterales.

Icriodus eslaensis, tiene en su carena posterior 3 a 5 dentículos, más bajos que los de *I. culicellus*, y el borde posterior del último dentículo carece de ningún tipo de quilla o arista. Además, en *I. eslaensis* los dentículos de las filas transversales, no están alineados.

Edad.—Esta especie, solapa el límite Emsiense/Cuviniense (BULTYNCK, 1976). En la Formación Moniello, aparece en capas del Cuviniense Inferior (GARCÍA-ALCALDE *et al.*, 1979).

Icriodus eslaensis ADRICHEM-BOOGAERT, 1967
(Lám. 8, figs. 1-15)

- * ± 1967 *Icriodus eslaensis* n. sp.; ADRICHEM-BOOGAERT, p. 180, pl. 1, figs. 9-11 (*non* fig. 12: *Icriodus lindensis*).
- ∅ 1971 *Icriodus eslaensis* VAN ADRICHEM BOOGAERT; NORRIS & UYENO, p. 218, pl. 3, fig. 9 (= *Icriodus obliquimarginatus*).
- v ± 1972 *Icriodus eslaensis* assemblage; BULTYNCK, p. 81, text. figs. 14B-D, G-H (*non* A, E-F= *I. lindensis*).
- v . 1976 *Icriodus eslaensis* VAN ADRICHEM BOOGAERT; GARCÍA-LÓPEZ, p. 176, lám. 1, figs. 1A, 1B, 1C.
- v . 1979 *Icriodus eslaensis-brevis* group; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), pp. 9, 19, fig. text. 9, 12.
- . 1980 *Icriodus eslaensis* VAN ADRICHEM BOOGAERT; H. A., 1967 vel *I. brevis* STAUFFER, C. R., 1940; BULTYNCK (en BULTYNCK & HOLLARD), p. 39, pl. 8, figs. 6, 7a, 7b, 7c.

. 1983 *Icriodus eslaensis* VAN ADRICHEM BOOGAERT, 1967; RAVEN, pp. 306-307, pl. 4, figs. 7, 9-13.

Material y yacimientos.—230 ejemplares, en bastante buen estado de conservación.

54 ejemplares, procedentes de la Formación Portilla, al sur del pueblo de Hurgas de Gordón (provincia de León) (fig. 8). DPO 15522 y 15523, del nivel HUG-2; DPO 15524, del HUG-4; DPO 15525, del HUG-8; DPO 15526 (I-XIX), 15527-15529, del HUG-11; DPO 15530 (I-IV), 15531 y 15532 (I-II), del HUG-14; DPO 15533 (I-V), del HUG-18; DPO 15534, del HUG-22; DPO 15535, 15536 (I-V) y 15537, del HUG-26; DPO 15538 y 15539 (I-VII), del HUG-27.

176 ejemplares, procedentes de la Formación Candás, en Perán (SE de Candás, Asturias) (fig. 6). DPO 15540 (I-IV), 15541 y 15542, del nivel Ca-4; DPO 15543-15546, 15547 (I-CXXXVI) y 15548-15551, del Ca-12; 15552 (I-III) y 15553, del Ca-82; DPO 15554 (I-III), del Ca-88; DPO 15555 (I-IV), del Ca-96/97; DPO 15556 (I-VI), del Ca-105; DPO 15557-15558, del Ca-108; DPO 15559 (I-VI) y 15560, del Ca-127.

Descripción.—Cuerpo principal biconvexo o cóncavoconvexo. Carena anterior, formada por 5 a 8 dentículos, generalmente de sección oval, lateralmente comprimidos y, en ocasiones, conectados por puentes longitudinales. Entre estos dentículos, pueden desarrollarse otros dentículos adicionales, en los surcos transversos.

La carena posterior, lleva de 2 a 5 dentículos, altos y muy comprimidos lateralmente; el dentículo distal, suele ser más ancho y alto que los demás, y se inclina netamente hacia atrás.

Las filas laterales, constan en general de 4 a 7 dentículos separados, agudos o redondeados; a veces, en una o en ambas filas hay sólo 1 ó 2 dentículos, confiriendo una apariencia irregular a los ejemplares.

Los dentículos de la carena anterior y los de las filas laterales, pueden estar conectados por puentes transversales. Dentículos no alineados en las filas transversales. Los dentículos de la carena posterior, sobre todo el más distal, son más altos que los del cuerpo principal.

Eje oral-aboral, situado aproximadamente en el centro de la parte más expandida de la cavidad basal. Cavidad basal, más estrecha en los dos tercios o en la mitad anterior, que en la posterior.

Expansiones labiadas no muy amplias, simétricas o asimétricas; a veces, puede desarrollarse un espolón interno, no muy relevante.

Borde posterior, recto o convexo. Surco anterior, algo curvo, estrecho y profundo.

Discusión.—KLAPPER (1975, p. 89, en ZIEGLER ed., Catálogo de Conodontos), considera a *I. eslaensis* como sinónimo de *Icriodus brevis* STAUFFER. Ambas especies presentan, en nuestra opinión, caracteres diferenciales claros; así, en *I. brevis*, la lámina anterior es recta, en vista oral, y los denticulos de la carena posterior disminuyen en altura, distal y proximalmente, disposición que contrasta con la de *I. eslaensis*, donde la lámina anterior es algo curvada y los denticulos de la carena posterior son de altura parecida, o ésta aumenta distalmente.

BULTYNCK (1972, p. 81), distingue *I. eslaensis* de *I. obliquimarginatus*, señalando que en la última especie, la altura de los denticulos de la carena posterior, disminuye distal y proximalmente, y su número es mayor que en *I. eslaensis* (5 a 9, en lugar de 2 a 5); además, el número de denticulos de las filas laterales, en *I. obliquimarginatus*, suele ser menor.

Icriodus lindensis WEDDIGE, 1977, se diferencia de *I. eslaensis*, en que el denticulo distal de la carena posterior es mucho más ancho y se inclina más claramente hacia atrás, poseyendo la misma altura que el resto de los denticulos de dicha carena.

Edad.—En las Ardenas, *I. eslaensis* se extiende de la Biozona *-varcus* a la *-asymmetricus*; es decir, su edad sería Givetiense Superior a Frasnense.

En la Cordillera Cantábrica, presenta una distribución muy similar (GARCÍA-ALCALDE *et al.*, 1979; figuras 6 y 8).

Icriodus expansus BRANSON & MEHL, 1938
(Lám. 9, figs. 7-22)

- * ± 1938 *Icriodus expansus* n. sp.; BRANSON & MEHL, p. 160, pl. 26, figs. 18, 19 (*non* figs. 20, 21).
- ± 1938 *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL; STAUFFER, p. 430, pl. 52, figs. 14, 16, 19, 20, 33, 35 (*non* fig. 12 = *Icriodus nodosus*; *non* fig. 25 = *Icriodus arkonnensis*).
- ± 1950 *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL; DOWNS & YOUNGQUIST, p. 669, pl. 87, figs. 5-7 (*non* figs. 13, 14 = *I. nodosus*).
- 1971 *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL; ORR, p. 34, pl. 3, figs. 14-17.

- 1975 *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL; KAPPLER (en ZIEGLER ed., Catálogo de Conodontos), p. 109, *Icriodus*, pl. 1, figs. 1, 2.
- 1978 *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL; CHATTERTON, p. 201, pl. 6, figs. 13-18.
- 1980 *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL; KLAPPER, pl. 3, figs. 9, 10.
- 1980 *Icriodus expansus* BRANSON, E. B. et MEHL, M. G., 1938; BULTYNCK (en BULTYNCK & HOLLARD), p. 39, pl. 8, figs. 23 a, b.
- 1983 *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL, 1938; RAVEN, pl. 4, fig. 17.

Material y yacimientos.—923 ejemplares, en buen estado de conservación.

48, procedentes de la Formación Candás, en Perán (SE de Candás, Asturias) (fig. 6). DPO 15561 (I-IV), 15562 y 15563, del nivel Ca-17; DPO 15564 y 15565, del Ca-69; DPO 15566, del Ca-82; DPO 15567, 15568, 15569 (I-VIII), 15570 y 15571, del Ca-83; DPO 15572 (I-IV) y 15573, del Ca-84; 15574 (I-XIX), 15575-15577, del nivel Ca-86.

875 ejemplares, procedentes de la Formación Portilla, al sur del pueblo de Huergas de Gordón (provincia de León) (fig. 8). DPO 15578 (I-V) y 15579, del nivel HUG-27; DPO 15580, 15581 (I-CCLX), 15582-15587, del HUG-27 A; DPO 15588 (I-CCXIII), 15589 y 15590, del HUG-29; DPO 15591 (I-CCCXXIX), del HUG-31; DPO 15592 (I-LVIII), del HUG-34.

Descripción.—Cuerpo principal netamente biconvexo. Carena anterior formada por 5 a 10 denticulos de sección circular conectados, a veces, por puentes longitudinales.

Carena posterior compuesta por 2 a 3 denticulos anchos, parcialmente fusionados, de sección circular u oval.

Las filas laterales, llevan de 5 a 9 denticulos de sección circular u oval, que suelen estar conectados con los denticulos de la carena anterior por puentes transversos.

Denticulos de las filas transversales, más o menos alineados y de similar altura.

Eje oral-aboral, situado cerca del extremo posterior del conodonto. Cavidad basal estrecha en su mitad anterior. Las expansiones labiales se desarrollan más, generalmente, en la mitad posterior, donde su contorno es casi circular, en vista aboral. En ciertos ejemplares, se insinúa un espolón interno, muy poco significativo.

Borde posterior generalmente recto, pero puede ser también algo convexo e incluso, algo cóncavo.

Surco anterior algo curvado y de extensión variable.

Discusión.—En algunas formas de nuestra colección, con puentes transversales marcados, el cuerpo principal es similar al de *Icriodus arkonnensis*, pero dichos puentes no llegan a alcanzar nunca un desarrollo tan notable como en esta especie; la diferencia fundamental entre ambas especies, no obstante, es que en *I. arkonnensis* hay un espolón interno y un seno bien desarrollados y los denticulos de la carena posterior son más anchos que los de *I. expansus*.

Edad.—Devónico Medio terminal (Givetiense Superior) a Devónico Superior (Frasnense).

Icriodus aff. *expansus* BRANSON & MEHL, 1938
(Lám. 9, figs. 23-24)

Material y yacimientos.—Un ejemplar, procedente de la Formación Candás, en su localidad tipo en Perán (SE de Candás, Asturias), del nivel Ca-82 (figura 6).

Descripción.—Conodonto de aspecto general masivo. Cuerpo principal cóncavoconvexo, más ancho en su extremo posterior.

La carena anterior, consta de 6 denticulos gruesos, de sección circular, muy próximos entre sí.

La carena posterior, está formada por dos denticulos, el distal más fuerte y alto que todos los de la fila media.

Las filas laterales tienen un número diferente de denticulos: la exterior 5 y la interior 4; estos denticulos, de sección oval y muy próximos entre sí, son más anchos que los de la carena anterior y están dispuestos alternadamente con aquellos.

En vista lateral, la carena anterior es más baja que las filas laterales.

Eje oral-aboral, situado cerca del extremo posterior. Cavidad basal más estrecha anterior que posteriormente. Expansiones labiadas asimétricas, desarrollando del lado interno, un espolón provisto de un seno.

Surco anterior algo curvado y más profundo hacia delante.

Discusión.—*I. aff. expansus*, se diferencia de

I. expansus en el contorno del cuerpo principal y en que los denticulos de la carena anterior son más débiles y bajos que los de las filas laterales. *Edad.*—Givetiense Superior (fig. 6).

Icriodus latecarinatus BULTYNCK, 1974
(Lám. 8, figs. 16-24)

- 1940 *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL; STAUFFER, p. 425, pl. 60, fig. 40.
- v • 1972 *Icriodus* aff. *I. eslaensis* assemblage; BULTYNCK, p. 82, fig. text. 14.
- v * 1974 *Icriodus eslaensis latecarinatus* n. subsp.; BULTYNCK, p. 19, pl. II, figs. 7, 8; pl. III, figs. 1-7; pl. IV, figs. 1-9.
- v • 1979 *Icriodus latecarinatus*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), pp. 11, 18, figs. text. 9, 12.
- 1980 *Icriodus latecarinatus* BULTYNCK, P., 1975; BULTYNCK (en BULTYNCK & HOLLARD), p. 40, pl. 9, fig. 6.

Material y yacimientos.—44 ejemplares en bastante buen estado de conservación.

42 especímenes, procedentes de la Formación Candás, en su localidad tipo (Perán, Asturias) (figura 6). DPO 15594 (I-XXXV), 15595-15601, del nivel Ca-12.

2 especímenes, de la Formación Portilla, al sur de Huergas de Gordón (prov. de León) (fig. 8). DPO 15602, del nivel HUG-18, y DPO 15603, del HUG-20 B.

Descripción.—Cuerpo principal ancho y cóncavoconvexo. Carena anterior, formada por 6 a 7 denticulos, de sección circular o algo comprimidos lateralmente; a veces, hacia su extremo distal, pueden desarrollarse nuevos denticulos sobre los surcos transversos.

Carena posterior formada por 3 a 5 denticulos anchos, sobre todo el más distal, fusionados en parte o totalmente, constituyendo una cresta más o menos masiva que, a veces, es más alta distalmente que todos los denticulos del cuerpo principal.

La fila media puede ser recta, curvada hacia el exterior o un poco sigmoide, en vista oral.

Las filas laterales, se componen de 5 a 7 denticulos masivos, de sección circular u oval, bien separados entre sí y conectados con los de la carena anterior por puentes transversales, más o menos marcados. Denticulos de las filas transversales, no alineados.

Eje oral-aboral, situado cerca del extremo posterior. La cavidad basal es estrecha anteriormente. Expansiones labiadas asimétricas, con la máxima amplitud hacia la mitad posterior, pudiendo originar un espolón interno no muy fuerte.

Borde posterior recto o ligeramente cóncavo.

Surco anterior, recto o algo curvo, amplio y profundo.

Discusión.—*I. latecarinatus*, se diferencia de *I. eslaensis*, en que los denticulos de la carena posterior son más anchos y robustos que en ésta, constituyendo una cresta masiva.

I. latecarinatus tiene un cuerpo principal cóncavoconvexo y una expansión labiada de la cavidad basal más asimétrica que la de *I. expansus*, cuyo cuerpo principal, además, es biconvexo.

Edad.—Esta característica especie, se encuentra en las Ardenas, a lo largo de la Formación Fromelennes y en la parte baja de la «Assise» de Frasnes; es decir, tendría allí una edad Givetiense Superior terminal a Frasniense Inferior.

En la Cordillera Cantábrica, es una forma propia del Givetiense Superior terminal (GARCÍA-ALCALDE *et al.*, 1979; figs. 6 y 8).

Icriodus leptus WEDDIGE, 1977
(Lám. 6, figs. 1-4)

± 1970 *Icriodus curvatus* BRANSON & MEHL; BULTYNCK, p. 103, pl. 5, fig. 6 (non fig. 8=*Icriodus corniger corniger*).

* 1977 *Icriodus corniger leptus* n. ssp.; WEDDIGE, p. 288, taf. 1, figs. 13-15.

• 1979 *Icriodus corniger leptus* WEDDIGE; BULTYNCK (en BULTYNCK & MORZADÉC), p. 680, pl. 1, figs. 6, 7.

Material y yacimientos.—Tres ejemplares, procedentes de la Formación Moniello, en su localidad tipo (NO de Luanco, Asturias); DPO 15516, del nivel M-818; y DPO 15517 y 15518, del nivel M-845 (fig. 3).

Descripción.—*Icriodus* de pequeño tamaño, con el cuerpo principal estrecho, de márgenes biconvexos a cóncavoconvexos.

Carena anterior curvada, con 7 denticulos pequeños, redondeados y separados, o bien algunos de ellos conectados por puentes longitudinales, débiles.

Carena posterior formada por 3 a 4 denticulos

finos y aislados, salvo el distal que está más desarrollado que los otros, y se dirige ligeramente hacia atrás.

Las filas laterales llevan de 5 a 7 denticulos redondeados u ovals, un poco más grandes que los de la carena anterior. Denticulos de las filas transversales, no alineados.

Surcos transversales, más amplios en la parte anterior que en la posterior.

En vista lateral, la unidad es baja y está un poco arqueada.

Eje oral-aboral, situado cerca del extremo posterior. Cavidad basal más ancha en el tercio posterior. Expansiones labiadas débiles, con espolones interno y externo, poco desarrollados.

Borde posterior oblicuo.

Discusión.—Esta forma, fue descrita como subespecie de *Icriodus corniger* (WEDDIGE, 1977, página 288), pero en este trabajo la consideramos como especie autónoma, debido a que coexiste estratigráficamente con formas asignables a *Icriodus corniger corniger*; además, sus características morfológicas son perfectamente diferenciables. Así, *I. leptus* tiene un tamaño en general más pequeño que el de *I. corniger corniger*, altura menor, mayor longitud de la carena posterior, menor ornamentación y espolones interno y externo menos desarrollados.

Las diferencias de *I. leptus* con *I. corniger ancestralis*, estriban fundamentalmente en el carácter de los nódulos de la fila posterior, más fuertes en esta subespecie, y en la presencia en ella de puentes transversales, conectando los denticulos de las tres filas, ausentes en *I. leptus*.

Las formas juveniles de *I. leptus* e *I. rectirostratus*, descritas por WEDDIGE (1977, p. 289) en las Capas de Heisdorf (Alemania) (Emsiense Superior), tienen la misma curvatura de la carena anterior y disposición de los nódulos, por lo que en colecciones con ejemplares algo fragmentados, son difíciles de asignar a una u otra especie.

Edad.—Emsiense Superior a Eifeliense (parte). WEDDIGE (1977, p. 322) señala que *I. leptus* está restringida a la Biozona *-costatus patulus*. Por otra parte, BULTYNCK (en BULTYNCK & MORZADÉC, 1979, página 680), según observaciones realizadas en las Ardenas y Macizo Armoricano, encuentra la especie a partir de la Biozona *-laticostatus*. Esto sig-

nifica que *I. leptus* aparecería antes en el Macizo Armoricano y en las Ardenas que en el Eifel.

En la formación Moniello, aparece en capas de edad Emsiense Superior a Cuviniense Inferior (figura 3).

Icriodus obliquimarginatus BISCHOFF & ZIEGLER, 1957
(Lám. 7, figs. 21-30)

* 1957 *Icriodus obliquimarginatus* n. sp.; BISCHOFF & ZIEGLER, p. 62, taf. 6, fig. 14.

• 1965 *Icriodus obliquimarginatus* BISCHOFF & ZIEGLER; WITTEKINDT, p. 630, taf. 1, fig. 13.

• 1970 *Icriodus obliquimarginatus* BISCHOFF & ZIEGLER; BULTYNCK, p. 109, pl. 8, figs. 1, 3, 5.

• 1970 *Icriodus obliquimarginatus* BISCHOFF & ZIEGLER; SEDDON, p. 54, pl. 4, figs. 15-18, 20.

• 1971 *Icriodus eslaensis* VAN ADRICHEM BOOGAERT; NORRIS & UYENO, pl. 3, fig. 9.

• 1972 *Icriodus obliquimarginatus* assemblage; BULTYNCK, p. 81, fig. text. 13.

• 1975 *Icriodus obliquimarginatus* BISCHOFF & ZIEGLER; ZIEGLER (en ZIEGLER ed., Catálogo de Conodontos), p. 135 *Icriodus*, pl. 3, figs. 9, 10.

• 1976 *Icriodus obliquimarginatus* BISCHOFF & ZIEGLER; ZIEGLER & KLAPPER (en ZIEGLER, KLAPPER & JOHNSON), p. 118, pl. 1, figs. 8, 9 (y lista de sinonimias).

• 1977 *Icriodus obliquimarginatus* BISCHOFF & ZIEGLER; WEDDIGE, p. 294, taf. 2, figs. 33-35.

• 1978 *Icriodus obliquimarginatus* BISCHOFF & ZIEGLER; ORCHARD, p. 930, pl. 107, figs. 7, 9, 13, 14, 17, 18; pl. 109, figs. 1, 8.

v • 1979 *Icriodus obliquimarginatus* GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), fig. text. 12.

• 1980 *Icriodus obliquimarginatus* BISCHOFF, G. et ZIEGLER, W., 1957; BULTYNCK (en BULTYNCK & HOLLARD), p. 40, pl. 5, figs. 6a-c.

• 1983 *Icriodus obliquimarginatus* BISCHOFF & ZIEGLER, 1957; RAVEN, pl. 4, fig. 6.

Material y yacimientos.—Diez ejemplares, en variable estado de conservación, procedentes de la Formación Portilla (sur del pueblo de Huergas de Gordón, León). DPO 15604, del nivel HUG-2; DPO 15609 y 15610, del nivel HUG-7; DPO 15605 (I-III), 15606 y 15608, del nivel HUG-5; y DPO 15611, del HUG-14 (fig. 8).

Descripción.—Cuerpo principal con bordes rectos o ligeramente convexos.

Carena anterior formada por 6 a 8 denticulos finos, de sección circular o lateralmente comprimidos, que pueden estar muy próximos entre sí, o conectados por débiles puentes longitudinales.

Carena posterior integrada por 5 a 12 denticulos, similares a los de la carena anterior, pero un poco más anchos; estos denticulos, están muy próximos entre sí, constituyendo una cresta, más alta que la carena anterior.

La fila media, en vista oral, es frecuentemente algo sigmoide.

Filas laterales, con 5 a 6 denticulos separados, de sección circular, generalmente conectados con los de la carena anterior por puentes transversales, no alineados. En algunos ejemplares, parte de los denticulos de las filas laterales pueden faltar (lámina 7, fig. 29), apareciendo un número desigual en las dos filas.

La altura de los denticulos de la carena posterior, decrece casi siempre, distal y proximalmente, o bien el denticulo más distal es más alto que el resto.

El eje oro-aboral, se sitúa en la mitad posterior de la longitud. Cavidad basal estrecha en los dos tercios o mitad anterior. Expansión labiada de la cavidad basal, más o menos asimétrica, desarrollada sobre todo en el tercio o mitad posterior, originando, a veces, un espolón externo débil.

Borde posterior, recto o convexo.

Surco anterior, recto o algo curvo, estrecho y profundo.

Discusión.—En *Icriodus regularicrescens* BULTYNCK, 1970, la carena posterior está formada por denticulos separados, que tienen la misma altura que los de la carena anterior, mientras que en *I. obliquimarginatus*, son más altos y apretados que los de la carena anterior.

Edad.—*I. obliquimarginatus* se extiende de la Biozona *-ensensis* (WEDDIGE, 1977), a la *-varcus* media (ZIEGLER & KLAPPER, en ZIEGLER *et al.*, 1976). Es decir, tendría una edad Eifeliense Superior-Givetiense (parte).

En la Formación Portilla, aparece en capas de edad Givetiense Superior (GARCÍA-ALCALDE *et al.*, 1979; fig. 8).

Icriodus rectirostratus BULTYNCK, 1970
(Lám. 6, fig. 5-24)

• 1967 *Icriodus* cf. *I. corniger* WITTEKINDT; ADRICHEM-BOOGAERT, p. 180, pl. 1, figs. 7-8.

- v * 1970 *Icriodus nodosus rectirostratus* n. subsp.; BULTYNCK, p. 107, pl. 3, fig. 1; pl. 30, figs. 7-8.
- . 1972 *Icriodus rectirostratus* BULTYNCK; BULTYNCK, *Icriodus* assemblages, p. 76, fig. 6c.
- . 1972 *Icriodus corniger-rectirostratus* element; BULTYNCK, *Icriodus* assemblages, p. 76, fig. 7c.
- . 1972 *Icriodus rectirostratus* element; BULTYNCK, *Icriodus* assemblages, p. 76, fig. 7D.
- . 1975 *Icriodus corniger* WITTEKINDT; ZIEGLER (en ZIEGLER, ed., Catálogo de Conodontos), *Icriodus*, pl. 7, figs. 3, 5.
- . 1976 *Icriodus rectirostratus* BULTYNCK; BULTYNCK, p. 53, pl. 10, fig. 3.
- . 1977 *Icriodus corniger rectirostratus* BULTYNCK; WEDDIGE, p. 289, taf. 1, figs. 7-9.
- v . 1979 *Icriodus rectirostratus* BULTYNCK; GARCÍA-LÓPEZ (en ARBIZU *et al.*), p. 114, pl. 3, figs. 20, 21.
- v . 1979 *Icriodus rectirostratus*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), p. 14, fig. text. 6, 7, 11.
- . 1980 *Icriodus rectirostratus* BULTYNCK, P., 1970; BULTYNCK (en BULTYNCK & HOLLARD), p. 40, pl. 4, figs. 4a-b, 6a-b, 9a-c.

Material y yacimientos.—Diecinueve ejemplares, en variable estado de conservación.

10 procedentes de la Formación Moniello, en su localidad tipo (Ensenada de Moniello, NO de Luanco, Asturias). DPO 15612, de un nivel 20 cm. por debajo de M-838; DPO 15613 (I-II), del nivel M-845; DPO 15614-15615, de una capa 20 cm. por debajo de M-890; DPO 15511, de una capa 2,60 m. encima de M-890; DPO 15616, de M-938; DPO 13302, 15617 y 15618, del nivel M-983 (fig. 3).

9 ejemplares procedentes, de la Formación Santa Lucía, en el corte del Arroyo de El Puerto (E de Santa Lucía, León). DPO 15619, del nivel SL-6A; DPO 15620-15624, de SL-14; y DPO 15625 (I-III) del SL-66 (fig. 4).

Descripción.—Cuerpo principal, biconvexo o cóncavoconvexo, con la mayor anchura hacia su parte media.

La carena anterior consta de 6 a 10 dentículos, más o menos redondeados, de sección rómbica, con terminaciones agudas, generalmente unidos entre sí por finos puentes longitudinales, constituyendo una cresta completa, o incompleta anteriormente.

Carena posterior formada por 2 a 3 dentículos, de los cuales los más distales son más anchos; estos dentículos pueden estar más o menos fusionados en una cresta.

Las filas laterales, están constituidas por 6 a 9 dentículos de sección circular u oval, conectados a los de la carena anterior por puentes transversales, constituyendo de 6 a 9 crestas transversales, más separadas anterior que posteriormente. Los dentículos de las filas laterales, son más altos que los de la carena anterior. Dentículos de las filas transversas, alineados o no.

Eje oral-aboral, situado cerca del extremo posterior. Cavidad basal estrecha en el tercio o mitad anterior. Expansión labiada de la cavidad basal, asimétrica, más amplia en los dos tercios o mitad posterior, desarrollándose sobre todo del lado externo; espolón interno, más o menos acusado, con borde anterior recto; oralmente, puede ser liso o estar ornamentado por una arista o por un nódulo que se origina del penúltimo dentículo de la fila interior y se continúa en una arista (lám. 6, fig. 8).

Borde posterior recto u, ocasionalmente, algo cóncavo.

Surco anterior curvado, amplio y profundo.

Discusión.—El ejemplar figurado en lámina 6, figuras 20-21, es una forma madura de la especie nominada, posiblemente transicional con *Icriodus corniger corniger*.

I. rectirostratus, se distingue de *I. curvirostratus*, por tener un espolón interno con borde anterior recto; en la última especie citada, además, el semieje del espolón interno está muy curvado.

Edad.—Según BULTYNCK (1970, p. 108), esta forma se inicia en el Emsiense Superior y es muy común en el Cuviniense Inferior (Cola). WEDDIGE (1977, p. 290), por su parte, menciona *I. rectirostratus* como especie propia de las capas de Heisdorf (Emsiense Superior); sin embargo, este último autor, en las tablas 2 y 4, sitúa la especie como alcanzando la base de las capas de Lauch (Eifelense). Esta distribución concordaría mejor con nuestras propias observaciones sobre la repartición de *I. rectirostratus*, ya que en la Formación Moniello, alcanza un nivel que, por el conjunto de la fauna presente, debe corresponder ya al Eifelense Inferior (fig. 3).

Icriodus retrodepressus BULTYNCK, 1970
(Lám. 7, figs. 9-20)

- v * 1970 *Icriodus retrodepressus* n. sp.; BULTYNCK, p. 110, pl. 30, figs. 1-6.

- ± 1970 *Icriodus expansus* BRANSON & MEHL; BULTYNCK, p. 104, pl. 6, figs. 4, 5, 7 (*coet. excl.*).
- . 1975 *Icriodus retrodepressus* BULTYNCK; ZIEGLER (en ZIEGLER, ed., Catálogo de Conodontos), p. 143, *Icriodus*, pl. 8, figs. 4-5 (*Kop.* BULTYNCK, 1970, pl. 30, figs. 1, 4).
- . 1975 *Icriodus corniger retrodepressus* BULTYNCK; WEDDIGE, p. 290, taf. 1, figs. 10-12.
- . 1978 *Icriodus retrodepressus* BULTYNCK; ORCHARD, p. 930, pl. 107, figs. 1, 2, 4, 5, 33.
- v . 1979 *Icriodus retrodepressus*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE *et al.*), pp. 15, 16, fig. text. 11.

Material y yacimientos.—Diecisiete ejemplares, en variable estado de conservación, procedentes de la Formación Santa Lucía, en el corte del Arroyo de El Puerto (E de Santa Lucía, León). DPO 15526, del nivel SL-59; DPO 15527 (I-II), 15528-15529, del SL-63; DPO 15630 (I-III), y 15634, del SL-66; DPO 15631-15633, del SL-67; DPO 15635, del SL-72; y DPO 15636 a 15639, del SL-74 (fig. 4).

Descripción.—Cuerpo principal biconvexo a cóncavoconvexo, con la máxima anchura situada posteriormente.

Carena anterior formada por 5 a 8 dentículos semiesféricos o, a veces, semicónicos, muy bajos, formándose una característica depresión a lo largo de la región media del cuerpo principal; los dentículos pueden estar aislados o conectados entre sí por pequeños y finos puentes longitudinales.

La carena posterior, está compuesta de 2 a 3 dentículos, generalmente de sección circular, en ocasiones algo comprimidos lateralmente, el último de los cuales es el más fuerte; estos dentículos, están muy próximos entre sí.

Las filas laterales, se componen de 5 a 7 dentículos separados, de sección circular a oval, con ápices romos o agudos; el último dentículo de la fila lateral externa, en vista oral, se prolonga posterolateralmente (lám. 7, fig. 12). En general, los dentículos de estas filas tienen un desarrollo mayor que los de la carena anterior. Dentículos de las filas transversas, más o menos alineados.

El eje oral-aboral, se sitúa cerca del extremo posterior. La mayor amplitud de la cavidad basal, se sitúa en el tercio o mitad posterior de la longitud. Expansión labiada asimétrica, generalmente más desarrollada en el lado exterior. En ocasiones, aparece un espolón interno poco significativo.

Borde posterior cóncavo o recto, a veces un poco oblicuo. Surco anterior curvo.

Discusión.—En nuestro material, el escaso desarrollo de la carena anterior puede ser muy claro o limitarse a la región más proximal lo que, según WEDDIGE (1977, p. 291) indicaría, respectivamente, formas evolucionadas o primitivas de la especie; sin embargo, en nuestra colección, esta diferencia no parece estar relacionada con la distribución temporal de las formas, ya que algunos de los ejemplares más jóvenes (lám. 7, fig. 15), tienen una depresión media poco importante.

Los ejemplares de *I. retrodepressus*, con cuerpo principal biconvexo, se parecen a *I. expansus*, distinguiéndose de esta especie en la característica depresión de la región carenal anterior.

Edad.—*Icriodus retrodepressus* aparece, en Bélgica, en el techo de la Zona Colc, y desaparece hacia la base de la Co2b (BULTYNCK, 1970, p. 111). Según WEDDIGE (1977), en Alemania, es una forma propia de la base del Eifelense.

En la sección de Santa Lucía (Arroyo de El Puerto), la especie aparece también en capas del Eifelense (GARCÍA-ALCALDE *et al.*, 1979; fig. 4).

Icriodus aff. *subterminus* YOUNGQUIST, 1947
(Lám. 10, figs. 14-15)

- v . 1972 *Icriodus* n. sp. assemblage; BULTYNCK, p. 83, fig. 16.
- v . 1979 *Icriodus* aff. *subterminus* YOUNGQUIST, 1947; BULTYNCK (en BRICE *et al.*), p. 334, pl. 27, figs. 28-32.
- v . 1982 *Icriodus* aff. *subterminus* YOUNGQUIST, 1947; BULTYNCK (en BIGEY *et al.*), p. 38, pl. III, fig. 39.

Material y yacimientos.—Un ejemplar, procedente de la Formación Candás, en su localidad tipo (Perán, SE de Candás, Asturias), DPO 15644, nivel Ca-88 (fig. 6).

Descripción.—Conodonto de aspecto general masivo. Cuerpo principal triangular, de bordes rectos y con la máxima anchura en su extremo posterior.

Carena anterior formada por 3 dentículos de sección circular, cuya altura decrece rápidamente hacia delante.

Carena posterior formada por 2 dentículos gruesos y de sección circular, cuya altura es similar a la del dentículo proximal de la carena anterior.

Las filas laterales, constan de 6 denticulos separados, de sección circular a oval. Estos denticulos están conectados, por finos puentes transversales, entre sí anteriormente y con los de la carena anterior a lo largo del cuerpo principal.

El denticulo proximal de la carena anterior, presenta puentes con dos denticulos de las filas laterales.

Los puentes son rectos, pero los más proximales se orientan oblicuamente.

Eje oral-aboral, situado cerca del extremo posterior. La cavidad basal, es estrecha en su mitad anterior. Expansión labiada asimétrica, fuertemente expandida en su mitad posterior, y más desarrollada del lado externo.

Surco anterior curvado, ancho y profundo.

Discusión.—*I. subterminus* tiene los dos denticulos de la carena posterior más elevados y los denticulos proximales de la carena anterior están fuertemente deprimidos. Nuestro ejemplar no reúne estas características y es muy similar al material registrado en la sinonimia, lo que justifica nuestra asignación a *I. aff. subterminus*.

Edad.—Hemos encontrado esta especie en la Formación Candás, en capas a las que se les atribuye una edad Givetiense Superior. BULTYNCK (en BIGEY *et al.*, 1982) en las Ardenas la sitúa desde el Givetiense Medio al Givetiense terminal (cf. *op. cit.*, p. 37).

Icriodus symmetricus BRANSON & MEHL, 1934
(Lám. 10, figs. 1-10)

- * 1934 *Icriodus symmetricus* n. sp.; BRANSON & MEHL, p. 226, pl. 13, figs. 1-3.
- 1938 *Icriodus curvatus* n. sp.; BRANSON & MEHL, pl. 26, figs. 23-26.
- 1947 *Icriodus symmetricus* BRANSON & MEHL; YOUNGQUIST, p. 103, pl. 25, fig. 5.
- 1966 *Icriodus symmetricus* BRANSON & MEHL; ANDERSON, p. 407, pl. 52, fig. 7.
- 1966 *Icriodus symmetricus* BRANSON & MEHL; CLARK & ETHINGTON, p. 680, pl. 83, fig. 4.
- 1968 *Icriodus symmetricus* BRANSON & MEHL; MOUND, p. 488, pl. 66, figs. 40, 41.
- 1970 *Icriodus symmetricus* BRANSON & MEHL; SEDDON, p. 736, pl. 12, figs. 9-11.
- ± 1971 *Icriodus symmetricus* BRANSON & MEHL; SZULCZEWSKI, p. 23, pl. 7, fig. 5 (*coet. excl.*).
- 1975 *Icriodus symmetricus* BRANSON & MEHL; KLAPPER (en ZIEGLER ed., Catálogo de Conodontos), p. 151, *Icriodus*, pl. 3, figs. 7-8.

- 1978 *Icriodus symmetricus* BRANSON & MEHL; ORCHARD, p. 932, pl. 109, figs. 17, 20, 22, 24, 26, 32, 34.
- 1979 *Icriodus symmetricus* BRANSON & MEHL; BULTYNCK (en BRICE *et al.*), pl. 27, fig. 21.
- 1980 *Icriodus symmetricus* BRANSON, E. B., et MEHL, M. G., 1934; BULTYNCK (en BULTYNCK & HOLLARD), p. 40, pl. 10, figs. 16 a, b, 17 a-c.

Material y yacimientos.—Doscientos treinta y dos ejemplares, en variable estado de conservación, procedentes de la Formación Portilla, al sur del pueblo de Huergas de Gordón (prov. de León). DPO 15641 y 15642 (I-LIII), del nivel HUG-27 A; DPO 15643 (I-XXXII) y 15644-15646, del HUG-29; DPO 15647 (I-XLI), del HUG-31; DPO 15648 (I-X) y 15649, del HUG-34; DPO 15650, del HUG-51 B; DPO 15651 (I-IX) y 15652, del HUG-53; DPO 15653 y 15654 (I-XIX), del HUG-54; DPO 15655 (I-II), del HUG-55 A; DPO 15656 (I-XVI), 15657 y 15658, del HUG-56; DPO 15659 (I-XXXII), del HUG-57; DPO 15660 (I-III), del HUG-57 C; DPO 15661 (I-II) y 15662, del HUG-57 D; y DPO 15663 (I-II), del HUG-60 (figs. 8 y 9).

Descripción.—Conodontos de aspecto general grácil, bastante alargados. Cuerpo principal cóncavoconvexo o con bordes rectos, más o menos paralelos.

La carena anterior tiene de 8 a 11 denticulos agudos, de sección circular, a veces algo comprimidos lateralmente, conectados por puentes longitudinales, o situados muy próximos entre sí, en general más altos que los de las filas laterales.

Carena posterior, formada por 1 a 3 denticulos, algo comprimidos lateralmente, de los cuales el más distal, es más fuerte que el resto de los denticulos de la fila media.

Fila media generalmente curvada hacia el exterior, o un poco sigmoide, en vista oral.

Las filas laterales, constan de 7 a 10 denticulos separados, de sección circular u oval, con ápices agudos, en ocasiones conectados con los de la carena anterior por puentes transversales. Denticulos de las filas transversales, no alineados.

Eje oro-aboral, situado cerca del extremo posterior. La cavidad basal, es estrecha en los dos tercios anteriores de la longitud. La expansión de la cavidad basal es débil y se ensancha regularmente hacia atrás pudiendo, en ocasiones, originar un espolón interno, muy poco acusado.

Surco anterior, curvado y profundo.

Discusión.—KLAPPER (1975, p. 151, en ZIEGLER ed., Catálogo de Conodontos), considera *I. curvatus* e *I. symmetricus* como sinónimas, por la semejanza general que presentan, conclusión que aceptamos en el presente trabajo.

Las diferencias fundamentales de *I. symmetricus* e *I. expansus*, se basan en el contorno del cuerpo principal, biconvexo en *I. expansus* y cóncavoconvexo o de lados paralelos, en *I. symmetricus*; y en que el máximo desarrollo de la expansión de la cavidad basal, se produce hacia la mitad posterior en *I. expansus*, y hacia el tercio posterior, en *I. symmetricus*.

Edad.—Según KLAPPER (1975, p. 152), esta forma sería exclusivamente Frasnense, lo que concuerda con su distribución en la Formación Nocado, al sur de Huergas de Gordón (León) (fig. 9).

Icriodus sp. A
(Lám. 10, figs. 11-13)

Material y yacimientos.—Un ejemplar procedente de la Formación Candás, en su localidad tipo (Perán, SE de Candás, Asturias), nivel Ca-140 (figura 6), DPO 15640.

Descripción.—Cuerpo principal cóncavoconvexo, con 6 filas transversales de denticulos.

Carena anterior formada por 7 denticulos separados, de sección oval. Carena posterior, formada por dos denticulos, lateralmente comprimidos y de altura similar a los de la carena anterior.

Las filas laterales, están formadas por 6 denticulos separados, de sección oval, con ápices agudos, más desarrollados que los de la carena anterior. Estos denticulos, están uniformemente espaciados y los de la parte media son más fuertes que los restantes.

Filas transversales, con denticulos alineados, en disposición oblicua en la mitad anterior del cuerpo principal y con denticulos no alineados, en la posterior. Los denticulos de las cuatro filas transversales anteriores, están conectados por puentes.

En vista lateral, la carena anterior es más baja que las filas laterales.

El eje oro-aboral, se sitúa cerca del extremo posterior. La cavidad basal es más estrecha en su mitad anterior. Expansiones labiadas fragmentadas

en nuestro ejemplar, por lo que no pueden ser descritas.

Surco anterior curvado, ancho y profundo.

Edad.—Esta forma ha sido encontrada en un nivel considerado como Frasnense (fig. 6).

Latericriodus MÜLLER, 1962

Especie-tipo.—*Icriodus latericrescens* BRANSON & MEHL, 1938.

Diagnóstico.—Género muy similar a *Icriodus*, pero con un proceso externo asociado, generalmente, a una plataforma. Carena posterior con denticulos más bajos que los de la carena anterior. Carena exterior, bien individualizada de la posterior. El semieje del proceso externo, en los representantes típicos del género, confluye con el semieje posterior antes de la terminación de la carena posterior. Espolón interno desarrollado, cuyo semieje incide con la parte proximal de la fila lateral interna.

Discusión.—*Latericriodus* se distingue de *Praelatericriodus*, en la ausencia de un proceso interno y, además, en que en las formas adultas la carena exterior se une a la posterior, antes de finalizar ésta, mientras que en *Praelatericriodus*, la unión se produce a través del último denticulo de la carena posterior. Por otra parte, en *Latericriodus* el número de filas o crestas transversales, es mayor que en *Praelatericriodus*.

Latericriodus latericrescens (BRANSON & MEHL, 1938)

- ± 1938 *Icriodus latericrescens* n. sp.; BRANSON & MEHL, p. 164, pl. 26, figs. 30-37.

Latericriodus latericrescens latericrescens
(BRANSON & MEHL, 1938)
(Lám. 4, figs. 10-16)

- * ± 1938 *Icriodus latericrescens* n. sp.; BRANSON & MEHL, p. 164, pl. 26, figs. 30-32, 34, 35 (*non* figs. 33, 36, 37=*Latericriodus latericrescens robustus*).
- 1967 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; KLAPPER & ZIEGLER, p. 74, pl. 10, figs. 4-9; pl. 11, figs. 1-5.
- 1967 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; WIRTH, p. 216, pl. 20, fig. 23.
- ± 1967 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; ADRICHEM BOOGAERT, p. 181, pl. 1, figs. 16, 17 (*non* fig. 13=*Caudicriodus curvicauda*; fig. 14= ?; fig. 15=*Caudicriodus celtibericus*).

- . 1970 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; SEDDON, p. 53, pl. 4, figs. 4-7.
- . 1971 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; ORR, p. 36, pl. 2, figs. 10-13, 18, 19.
- . 1978 *Icriodus latericrescens latericrescens* BRANSON & MEHL; ORCHARD, pl. 109, figs. 6, 11.
- v . 1979 *Latericriodus latericrescens latericrescens*; GARCÍA-LÓPEZ (en GARCÍA-ALCALDE et al.), figs. text. 9, 12.
- . 1980 *Latericriodus latericriodus latericrescens* (BRANSON, E. B. et MEHL, M. G., 1938); BULTYNCK (en BULTYNCK & HOLLARD), p. 40, pl. 6, fig. 18.

Material y yacimientos.—Veinte ejemplares en variable estado de conservación.

2 de ellos, procedentes de la Formación Candás, en su localidad tipo (Perán, SE de Candás, Asturias), DPO 15666 del nivel Ca-2 y DPO 15667, del Ca-83 (fig. 6).

18 ejemplares, procedentes de la Formación Portilla, al sur de Huergas de Gordón (prov. de León). DPO 15668, del nivel HUG-9; DPO 15669, del HUG-12; DPO 15670, del HUG-14; DPO 15671, 15672 (I-III) y 15673, del HUG-15; DPO 15674 y 15675 (I-III), del HUG-16; DPO 15676, del HUG-21; DPO 15677, del HUG-22; DPO 15678 (I-II) y 15679, del HUG-25 A; y DPO 15680, del HUG-26 (fig. 8).

Descripción.—Cuerpo principal cóncavoconvexo. Carena anterior formada por 8 a 9 denticulos pequeños, de sección circular, entre los que, a veces, se intercalan otros denticulos menores, en general conectados anteriormente por puentes longitudinales. Los denticulos de la carena anterior, son mucho más bajos que los de las filas laterales, de manera que existe una característica depresión en la superficie oral del cuerpo principal, muy evidente en la parte proximal. En esta zona, además, los denticulos están más próximos entre sí que en el resto del conodonto.

Carena posterior más corta que la anterior, con denticulos separados o integrados en una cresta.

Las filas laterales tienen 7 a 8 denticulos de sección circular, de los cuales los más desarrollados son los situados en la parte media. Los denticulos de las filas transversales, no están alineados; hacia delante, se encuentran conectados por puentes.

Filas transversales, ampliamente separadas hacia el extremo distal y muy apretadas hacia el proximal.

Proceso externo bien desarrollado, con una pe-

queña plataforma ornada oralmente por crestas transversales. La carena exterior, se une a la carena posterior en su parte media.

Eje oro-aboral, situado en la parte media de la carena posterior, o un poco más atrás. Cavidad basal con expansiones labiadas débiles, pudiendo desarrollar un espolón interno.

Surcos anterior y posterior, amplios, con semiejes formando un ángulo obtuso. Surco exterior fuerte, con semieje formando un ángulo de 90° o más con el del surco posterior.

Discusión.—*Latericriodus latericrescens latericrescens*, se parece a *L. latericrescens robustus* ORR, 1971, en el carácter del proceso externo, pero se diferencia en la depresión característica de la región media.

Edad.—Subespecie propia del Givetense (KLAPPER, 1975, en ZIEGLER ed., Catálogo de Conodontos). Aparece en el Givetense Inferior, en determinadas regiones, y se extiende a otras en el Givetense Superior (BULTYNCK, 1976).

En la Cordillera Cantábrica, es muy común en las Formaciones Candás y Portilla, en capas del Givetense Superior (figs. 6 y 8).

BIBLIOGRAFIA

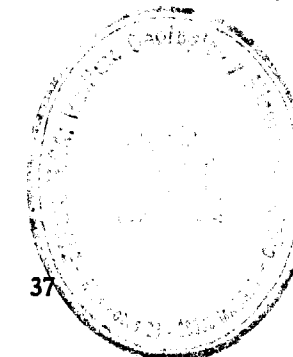
- ADRICHEM-BOOGAERT, H. A. VAN: *Devonian and Lower Carboniferous conodonts of the Cantabrian Mountains (Spain) and their stratigraphic application*. Leidse Geol. Med., 39, 129-192 (1967).
- ADRICHEM-BOOGAERT, H. A. VAN; BREITMER, A.; KRANS, TH. F., y SJERP, N.: *A new stratigraphic interpretation of Paleozoic sections in the Region between San Isidro Pass and Tarna Pass (province of León, Spain)*. Not. Com. Inst. Geol. Min. España, 70, 131-135 (1963).
- ANDERSON, W. I.: *Upper Devonian conodonts and the Devonian-Mississippian boundary of north-central Iowa*. J. Paleont., 40, 395-415 (1966).
- AL-RAWI, D.: *Biostratigraphische Gliederung der Tentaculiten-Schichten des Frankenwaldes mit Conodonten und Tentaculiten (Unter- und Mittel-Devon; Bayern, Deutschland)*. Senck. Lethaea, 58, 25-79 (1977).
- ARBIZU, M. A.; GARCÍA-ALCALDE, J. L.; GARCÍA-LÓPEZ, S.; MÉNDEZ-BEDIA, I.; SÁNCHEZ DE POSADA, L. C.; SOTO, F. M.; TRUYOLS, M.; TRUYOLS, J.; ALVAREZ, F.; MÉNDEZ, C., y MÉNDEZ, J. R.: *Biostratigraphical study of the Moniello Formation (Cantabrian Mountains, Asturias, NW Spain). A contribution to the Lower-Middle Devonian boundary problem*. Geologica et Palaeontologica, 13, 103-124 (1979).

- BISCHOFF, G. & SANNEMANN, D.: *Unterdevonische conodonten aus dem Frankenwald*, Notizbl. hess. Landesamt Bodenforsch., 86, 87-110 (1958).
- BISCHOFF, G. & ZIEGLER, W.: *Die conodontenchronologie des mitteldevons und des tiefsten Oberdevons*. Abh. hess. Landesamt Bodenforsch., 22, 1-136 (1957).
- BRANSON, E. B. & BRANSON, C. C.: *Lower Silurian conodonts from Kentucky*. J. Paleont., 21, 549-556 (1947).
- BRANSON, E. B., y MEHL, M. G.: *Conodont of the Grassy Creek shale of Missouri*. Univ. Missouri studies, 8, 171-259 (1934).
- BRANSON, E. B. & MEHL, M. G.: *The conodont genus Icriodus and its stratigraphic distribution*. J. Paleont., 12, 156-166 (1938).
- BRICE, D.; BULTYNCK, P.; DEUNFF, J.; LOBOZIAK, S. & STREEL, M.: *Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givetien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France)*. Ann. Soc. Géol. Nord, XCVIII, 325-344 (1979).
- BRYANT, W. L.: *The Genesee Conodont with descriptions of New Species*. Bul. Bufalo Soc. Nat. Sci., 13, 1-59 (1921).
- BULTYNCK, P.: *Révision stratigraphique et paleontologique de la coupe type du Couvinien*. Mém. Inst. Geol. Univ. Louvain, 26, 1-152 (1970).
- BULTYNCK, P.: *Middle Devonian Icriodus assemblages (Conodonts)*. Geologica et Palaeontologica, 6, 71-86 (1972).
- BULTYNCK, P.: *Conodontes de la Formation de Fromelennes du Givetien de l'Ardenne franco-belge*. Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., 50 (10), 1-30 (1974).
- BULTYNCK, P.: *Le Silurien supérieur et le Dévonien inférieur de la Sierra de Guadarrama (Espagne centrale). Troisième partie: Elements Icriodiformes, Pelekysgnathiformes et Polygnathiformes*. Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., 49, 1-66 (1976).
- BULTYNCK, P.: *Conodont succession and general faunal distribution across the Givetian-Frasnian boundary beds in the type area; with contributions by L. Jacobs*. In Bigey, F. et al.: *Papers on the «Frasnian-Givetian boundary*. Geol. Survey Belgium, Spec. vol. 34-59 (1982).
- BULTYNCK, P.: *Origin and developement of the conodont genus Ancyrodella in the late Givetian-early Frasnian*. Fossils and Strata, 15, 163-168 (1983).
- BULTYNCK, P. & COEN, M.: *Rasprostranenie Konodontov v suite Fromelen i nizhney chasti «sloev Fran» (Granitsa srednego i verkhnego Devona v Ardenmakh)*. In Sokolov, B. S. & Rzhonsnitskaya, M. A. (eds.): *Biostratigrafiia pogrannichnykh otlojenii niinego i srednego devona*, Samarkand, Nauka, 38-45 (1982).
- BULTYNCK, P. & GODEFROID, T.: *Excursion G.-Int. Symposium on Belgian Micropaleontological limits, Guidebook*, Bouckaert, J. & Streel, M., eds., 1-42 (1974).
- BULTYNCK, P. & HOLLARD, H.: *Distribution comparée de conodontes et goniatites dévoniens des Plaines du Dra, du Ma'der et du Tafilalt (Maroc)*. Aardkundige Med., 1, 1-73 (1980).
- BULTYNCK, P. & JACOBS, L.: *Conodontes et sédimentologie des couches de passage du Givétien au Frasnien dans le nord du Tafilalt et dans le Ma'der (Maroc présaharien)*. Bull. Ins. Roy. Sc. Nat. Belg., 53, 1-24 (1981).
- BULTYNCK, P. & MORZADEC, P.: *Conodontes de la coupe de Reun ar C'Hrank en Lanvéoc (Rade de Brest) Emsien du Massif Armoricaïn (France). Corrélatiões biostratigraphiques*. Géobios, 12, 675-685 (1979).
- CARLS, P. & GANDL, J.: *Stratigraphie und conodonten des Unter-Devons der Östlichen Iberischen Ketten (NE-Spanien)*. N. Jb. Geol. Paläont., 132, 155-218 (1969).
- CLARK, D. L. & ETHINGTON, R. L.: *Conodonts and Biostratigraphy of the Lower and Middle Devonian of Nevada and Utah*. J. Paleont., 40, 659-689 (1966).
- COEN, M.: *Faciès, conodontes et stratigraphie du Frasnien de l'est de la Belgique pour servir a une révision de l'étage*. Ann. Soc. Geol. Belg., 95, 239-253 (1972).
- COEN, M. & COEN-AUBERT, M.: *L'assise de Fromelennes aux bords sud et est du bassin de Dinant et dans le massif de la Vesdre*. Ann. Soc. Geol. Belg., 94, 5-20 (1971).
- CYGAN, C.: *Etude de conodontes dévoniens des Pyrénées et du Massif du Mouthoumet. Thèse troisième cycle*. Travaux Lab. Geol. Petrol. Univ. Paul-Sabatier (inéd.), 1-339 (1979).
- CHALIMBADSCHA, V. G. & TSCHERNYSHEVA, N. G.: *Conodonts del género Ancyrodella de los yacimientos devónicos del territorio Volga-Kama y su significado estratigráfico*. In: *Biostratigrafía y Paleontología del E de la Plataforma rusa y de las vertientes al W de los Urales*. Kazan Staatsuniv., 1, 81-102 (1970).
- CHATTERTON, B. D. E.: *Aspects of late early and middle Devonian conodont biostratigraphy of western and north western Canada*. Geol. Assoc. Canada Spec. Pap., 18, 161-231 (1978).
- DOWNES, H. R. & YOUNGQUIST, W.: *Conodonts from the Cedar valley limestone of Iowa*. J. Paleont., 24, 667-672 (1950).
- DRUCE, E. C.: *Conodont biostratigraphy of the upper Devonian Reef Complexes of the Canning Basin, Western Australia*. Bur. Min. Res. Geol. Geophys. Bull., 158, 1-303 (1976).
- ETHINGTON, R. L. & FURNISH, W. M.: *Silurian and Devonian conodonts from Spanish Sahara*. J. Paleont., 36, 1253-1290 (1962).
- GARCÍA-ALCALDE, J. L.; ARBIZU, M. A.; GARCÍA-LÓPEZ, S., y MÉNDEZ-BEDIA, I.: *Guidebook of the field trip meeting of the International Subcommission on Devonian Stratigraphy*. Serv. Publ. Univ. Oviedo, 1-14, I. (ed.) (1979).

- GARCÍA-LÓPEZ, S.: *Análisis del contenido en conodontos de un corte de la Caliza de Candás en la costa asturiana*. Brev. Geol. Astúrica, 4, 49-53 (1972).
- GARCÍA-LÓPEZ, S.: *La Caliza de Candás en la zona de Luanco (Asturias) y su contenido en conodontos*. Trab. Geol., 8, 173-185 (1976).
- GARCÍA-LÓPEZ, S.: *Nueva especie de Ancyrodella (Conodonta) del Devónico superior de la Cordillera Cantábrica (NO de España)*. Est. Geol., 37, 263-267 (1981).
- GARCÍA-LÓPEZ, S.: *Terminología morfológica de Conodontos compuestos y de plataforma*. Revista de Biología de la Universidad de Oviedo, 2, 95-105 (1984).
- GARCÍA-LÓPEZ, S.: *Basis for the establishment of a new phylogeny of the genus Ancyrodella*. Rev. Esp. de Micropaleontología (1986).
- GLENISTER, B. F. & KLAPPER, G.: *Upper Devonian conodonts from the Canning basin, Western Australia*. J. Paleont., 40, 777-842 (1966).
- HASS, W. H.: *Conodonts*. In Moore, R. C. ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology, W-Miscellaneous*, Geol. Soc. Am. New York and Univ. Kansas Press, 3-69 (1962).
- HINDE, G. J.: *On conodonts from the Chazy and Cincinnati Group of the Cambro-Silurian and from the Hamilton and Genesee-shale divisions of the Devonian, in Canada and the United States*. Geol. Soc. London, Quart J., 35, 351-369 (1879).
- JOHNSON, J. G. & KLAPPER, G.: *New Early Devonian Conodont species of Central Nevada*. J. Paleont., 55 (6), 1237-1250 (1981).
- JOHNSON, J. G.; KLAPPER, G. & TROJAN, W. R.: *Brachiopod and conodont successions in the Devonian of the Northern Antelope Range, Central Nevada*. Geologica et Palaeontologica, 14, 77-116 (1980).
- KIRCHGASSER, W. T.: *Conodonts from near the middle/upper Devonian boundary in North Cornwall*. Palaeontology, 13, 335-354 (1970).
- KLAPPER, G.: *Sequence in conodont genus Ancyrodella in Lower asymmetric zone (Earliest Frasnian, Upper Devonian) of the Montagne Noire, France*. Palaeontographica, 188, 4-34 (1985).
- KLAPPER, G. & JOHNSON, J. G.: *Endemism and dispersal of Devonian conodonts*. J. Paleont., 54, 400-455 (1980).
- KLAPPER, G. & PHILIP, G. M.: *Devonian conodont apparatuses and their vicarious skeletal elements*. Lethaia, 4, 429-452 (1971).
- KLAPPER, G. & PHILIP, G. M.: *Familial classification of reconstructed Devonian conodont apparatuses*. In Lindström, M. & Ziegler, W. ...eds., *Symposium on conodont taxonomy*. Geologica et Palaeontologica, Sonderbd., 1, 97-105 (1972).
- KLAPPER, G. & ZIEGLER, W.: *Evolutionary development of the Icriodus latericrescens Group (Conodonta) in the Devonian of Europe and North America*. Palaeontographica, 127, 68-83 (1967).
- KLAPPER, G. & ZIEGLER, W.: *Devonian conodont biostratigraphy*. In House, M. R.; Scrutton, C. T. & Basset, M. G. eds., *The Devonian System Spec. Pap. Palaeont.*, 23, 199-225 (1979).
- KLAPPER, G.; PHILIP, G. M. & JACKSON, J. H.: *Revision of the Polygnathus varcus Group (Conodonta, Middle Devonian)*. N. Jb. Geol. Paläont., 11, 650-667 (1970).
- LINDSTRÖM, M.: *Conodonts* (Elsevier), 196 pp. (1964).
- MOUND, M. C.: *Upper Devonian conodonts from southern Alberta*. J. Paleont., 42, 444-524 (1968).
- MOURAVIEFF, A. N.: *Conodont stratigraphic scheme of the Frasnian of the Ardennes*. In Bigey, F., et al., *Papers on the Frasnian-Givetian boundary*. Geol. Survey Belgium, Spec. Vol., 101-118 (1982).
- MOURAVIEFF, A. N., y BOUCKAERT, J.: *MAILLEUX'S (1940) Manticoceras intumescens (BEYRICH) in the Belgian Frasnian with respect to the conodont zonation*. Geologica et Palaeontologica, 7, 93-95 (1973).
- MÜLLER, K. J.: *Zur systematischen einteilung der Conodontophorida*. Paläont. Z., 36, 109-117 (1962).
- MÜLLER, K. J. & MÜLLER, E.: *Early upper Devonian (Independence) conodonts from Iowa, part. I*. J. Paleont., 31, 1069-1108 (1957).
- NICOLL, R. S.: *Multielement composition of the Conodont Icriodus expansus BRANSON & MEHL from the Upper Devonian of the Canning Basin, Western Australia*. BMR Jour. of Australian Geol. & Geoph., 7, 197-213 (1982).
- NORRIS, A. W. & UYENO, T. T.: *Stratigraphy and conodont faunas of Devonian outcrop belts Manitoba*. Geol. Assoc. Canada, Spec. Papers, 9, 209-223 (1971).
- ORCHARD, M. J.: *The Conodont biostratigraphy of the Devonian Plymouth limestone, south Devon*. Paleontology, 21, 907-955 (1978).
- ORR, R. W.: *Conodonts from the middle Devonian strata of the Michigan basin*. Indiana Geol. Surv. Bull., 45, 1-110 (1971).
- PERRI, M. C. & SPALLETTA, C. C.: *Ancyrodella pramosica n. sp. from the Lower Frasnian of the Carnic Alps*. Boll. della Soc. Pal. Ital., 20 (1), 93-98 (1981).
- POLLOCK, C. A.: *Lower upper Devonian conodonts from Alberta, Canada*. J. Paleont., 42, 415-443 (1968).
- RAVEN, J. G. M.: *Conodont biostratigraphy and depositional history of the Middle Devonian to Lower Carboniferous in the Cantabrian Zone (Cantabrian Mountains, Spain)*. Leidse Geol. Med., 52 (2), 265-339 (1983).

- SEDDON, G.: *Frasnian conodonts from the Sadler Ridge-Bugle Gap area, Canning basin, western Australia*. J. Geol. Soc. Austral., 16, 723-753 (1970a).
- SEDDON, G.: *Pre-chappel conodonts of the Llano Region, Texas*. Bur. Econ. Geol. Univ. Texas, 68, 1-130 (1970b).
- STAUFFER, C. R.: *Conodonts of the Glenwood beds*. Bull. Geol. Soc. Amer., 46, 125-168 (1935).
- STAUFFER, C. R.: *Conodonts of the Olentangy Shale*. J. Paleont., 12, 411-443 (1938).
- STAUFFER, C. R.: *Conodonts from the Devonian and associated clays of Minnesota*. J. Paleont., 14, 417-435 (1940).
- STAUFFER, C. R. & PLUMMER, H. J.: *Texas Pennsylvanian conodonts and their stratigraphic relations*. Univ. Texas Bull., 3201, 13-58 (1932).
- SZULCZEWSKI, M.: *Upper Devonian conodonts, stratigraphy and facial development in the Holy Cross Mts.*, Acta Geol. Polonica, 21, 1-129 (1971).
- THOMAS, L. A.: *Devonian-Mississippian formation of south-east Iowa*. Bull. Geol. Soc. Amer., 60, 403-437 (1949).
- ULRICH, E. O. & BASSLER, R. S.: *A classification of the toothlike fossils, conodonts, with descriptions of American Devonian and Mississippian species*. Proc. U. S. Nat. Mus., 68 (12), 1-63 (1926).
- UYENO, T. T.: *Conodont zonation, Waterways Formation (Upper Devonian), northeastern and Central Alberta*. Geol. Surv. Canada, Pap., 67-30, 1-21 (1967).
- UYENO, T. T.: *Conodonts of the Waterways Formation (Upper Devonian) of northeastern and Central Alberta*. Geol. Surv. Canada Bull., 232, 1-93 (1974).
- WEDDIGE, K.: *Die Conodonten der Eifel-Stufe im Typusgebiet und in benachbarten Faziesgebieten*. Senckenbergiana Leth., 58, 271-419 (1977).
- WEDDIGE, K., y ZIEGLER, W.: *Correlations of Lower/Middle Devonian Boundary Beds*. Newsl. Stratigr., 6, 67-84 (1977).
- WIRTH, M.: *Zur gliederung des höheren Paläozoikum (Givet-Namur) im Gebiet des Quinto Real (Westpyrenäen) mit hilfe von conodonten*. N. Jb. Geol. Paläont., 127, 179-244 (1967).
- WITTEKINDT, H.: *Zur conodontenchronologie des mittelde-vons*. In *Das mitteldevon des Rheinischen Schiefergebirge*, Ein Symposium. Forsch. Geol. Rheinl. Westf., 9, 621-646 (1965).
- YOUNGQUIST, W. L.: *Upper Devonian conodonts from the Independence Shale (?) of Iowa*. J. Paleont., 19, 355-367 (1945).
- YOUNGQUIST, W. L.: *A new upper Devonian conodont fauna from Iowa*. J. Paleont., 21, 95-112 (1947).
- ZIEGLER, W.: *Conodontenfeinstratigraphische untersuchungen an der Grenze mitteldevon/oberdevon und in der Adorf-Stufe*. Notizbl. Hess. Landesamt. Bodenforsch., 87, 7-77 (1958).
- ZIEGLER, W.: *Conodonten aus dem Rheinischen unterdevon (Gedinnium) des Renschliedersattels (Rheinisches Schiefergebirge)*. Palaeont. Z., 34, 169-201 (1960).
- ZIEGLER, W.: *Phylogenetische Entwicklung stratigraphisch wichtiger Conodonten-Gattungen in der Manticoceras-Stufe (Oberdevon, Deutschland)*. N. Jb. Geol. Paläont., 114, 142-168 (1962a).
- ZIEGLER, W.: *Taxonomie und Phylogenie oberdevonischer conodonten und ihre stratigraphische bedeutung*. Abh. Hess. Landesamt. Bodenforsch., 38, 1-166 (1962b).
- ZIEGLER, W.: *Eine verfeinerung der conodonten gliederung an der grenze mittel/ober-devon*. Forsch. Geol. Rheinl. Westf., 9, 647-676 (1965).
- ZIEGLER, W.: *Über devonische conodonten-apparate*. Geologica et Palaeontologica, 1, 91-96 (1972).
- ZIEGLER, W. (ed.): *Catalogue of conodonts*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1, 1-504+XVIII (1973).
- ZIEGLER, W. (ed.): *Catalogue of conodonts*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 2, 1-404+VI (1975).
- ZIEGLER, W. (ed.): *Catalogue of conodonts*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 3, 1-574 (1977).
- ZIEGLER, W.: *Historical subdivisions of the Devonian*. In House, M. R.; Scrutton, C. T., y Basset, M. G., eds., *The Devonian System*. Spec. Pap. palaeont., 23, 23-47 (1979).
- ZIEGLER, W., y KLAPPER, G.: *Stages of the Devonian System*. Episodes, 8, 104-109 (1985).
- ZIEGLER, W.; KLAPPER, G. & JOHNSON, J. G.: *Redefinition and subdivision of the varcus-zone (conodonts, middle-upper Devonian) in Europe and north America*. Geologica et Palaeontologica, 10, 109-140 (1976).

Recibido: Abril de 1986.



LAMINA 1

Figuras 1-5.—*Ancyrodella binodosa* UYENO, 1967.

- 1, 3.—DPO 15452. Vista oral $\times 50$ y aboral y lateral $\times 53$. Formación Piñeres, nivel A-Ca-1, Perán (Asturias).
 4, 5.—DPO 15451. Vistas orolateral y aboral $\times 40$. Formación Piñeres, nivel A-Ca-1, Perán (Asturias).

Figuras 6-10.—*Ancyrodella rotundiloba* (BRYANT, 1921).

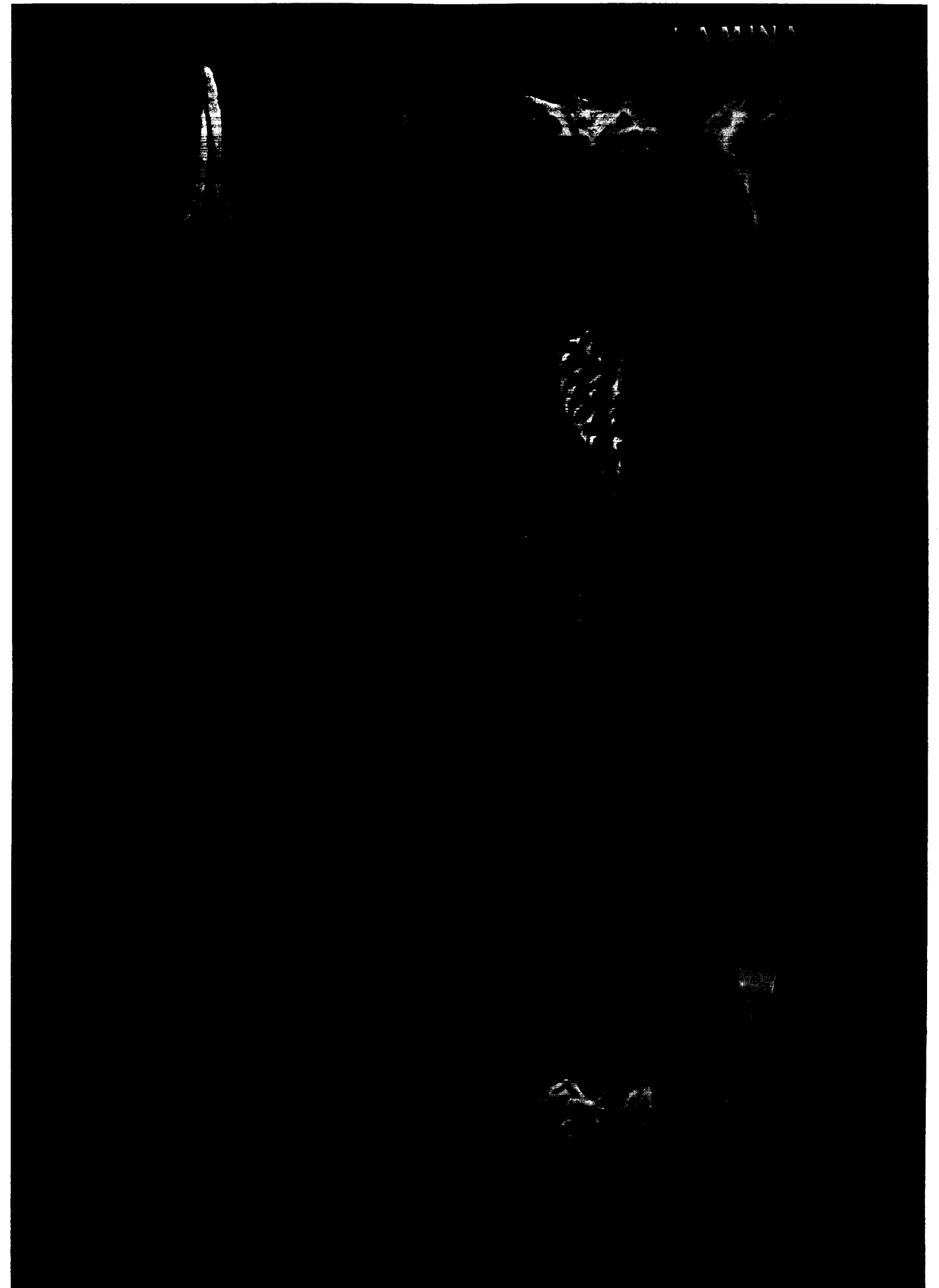
- 6, 7.—DPO 15487. Vistas oral y aboral (conservando el cuerpo basal) $\times 35$. Formación Nocedo, nivel HUG-51 B, Huergas de Gordón (León).
 8, 9.—DPO 15473. Vista oral $\times 35$ y aboral $\times 32$. Formación Nocedo, nivel HUG-55 C, Huergas de Gordón (León).
 10.—DPO 15490. Vista oral $\times 35$. Formación Nocedo, nivel HUG-57 A, Huergas de Gordón (León).

Figuras 11-12.—*Ancyrodella isabellae* GARCÍA-LÓPEZ, 1986.

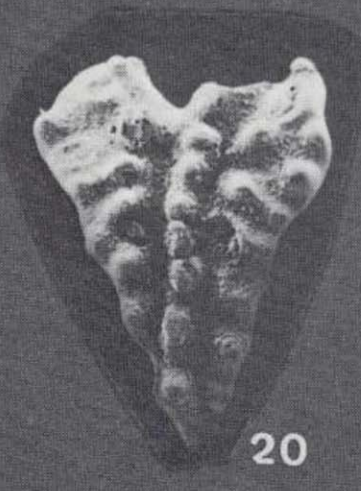
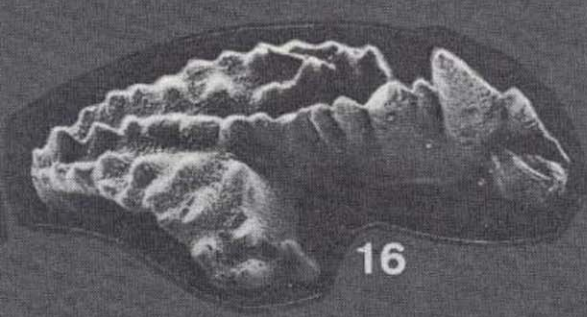
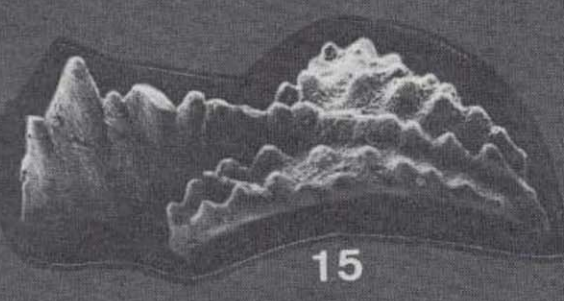
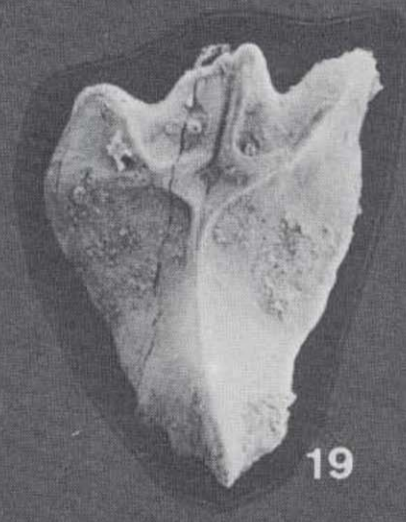
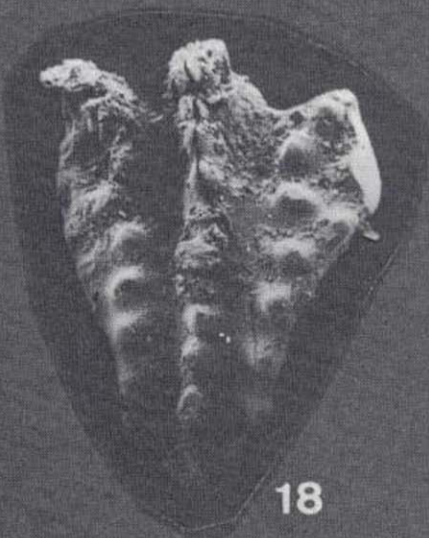
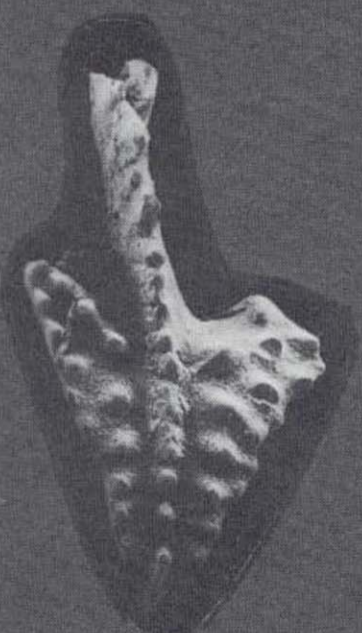
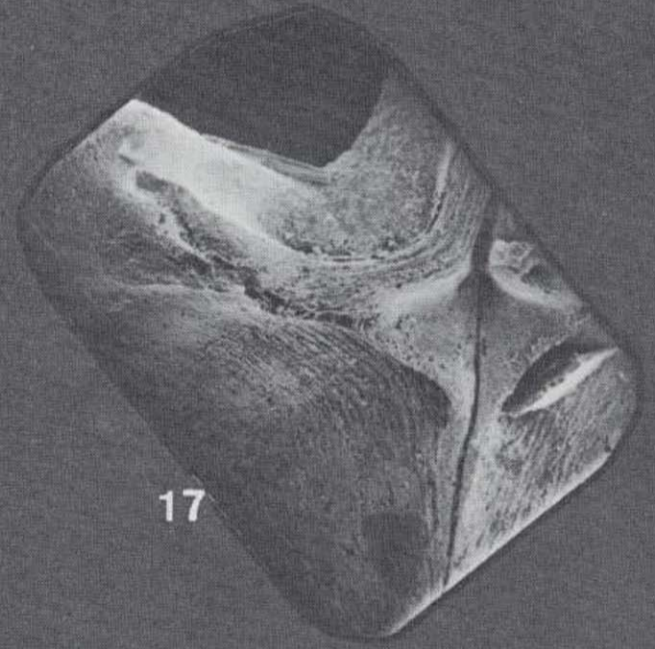
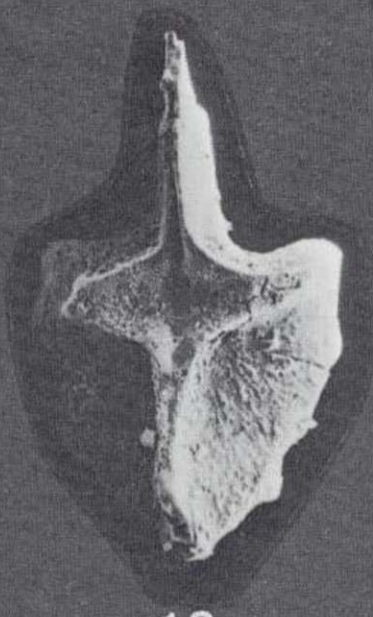
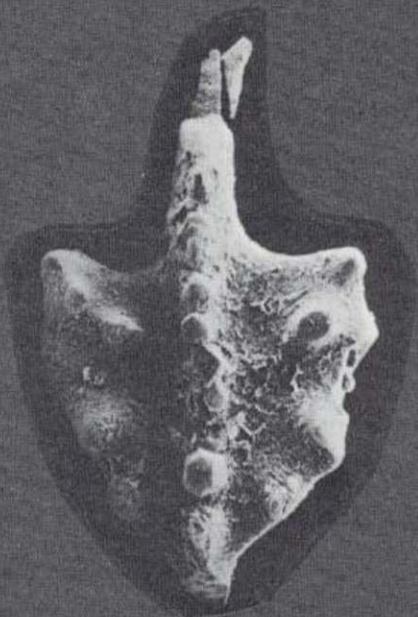
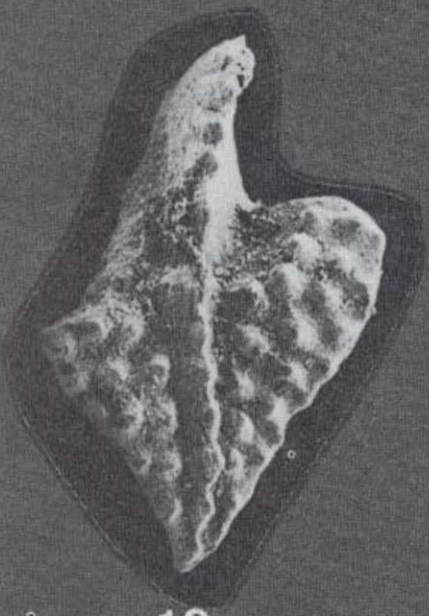
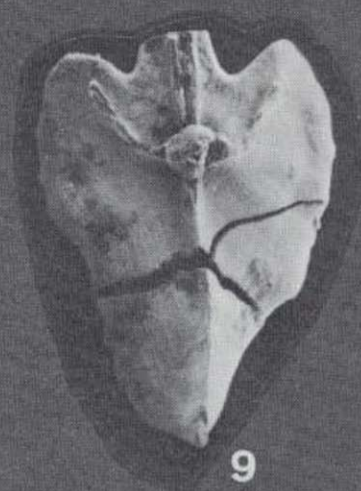
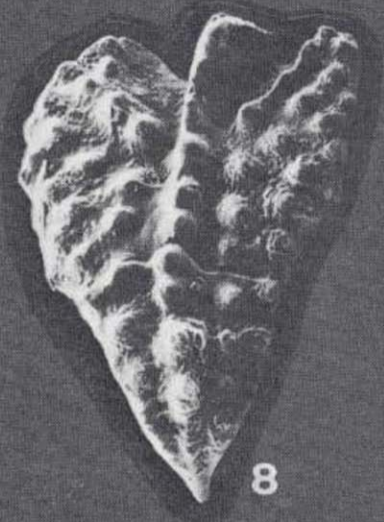
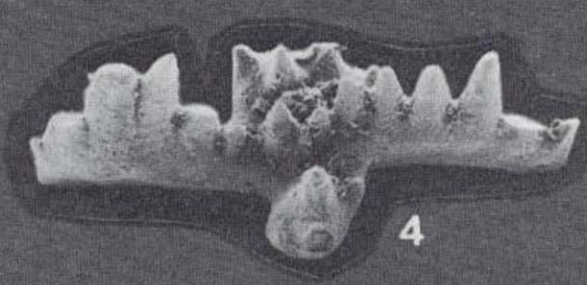
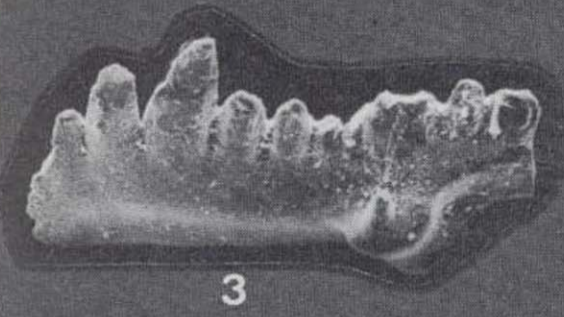
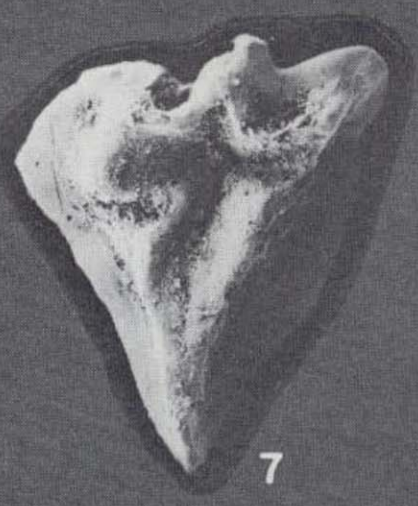
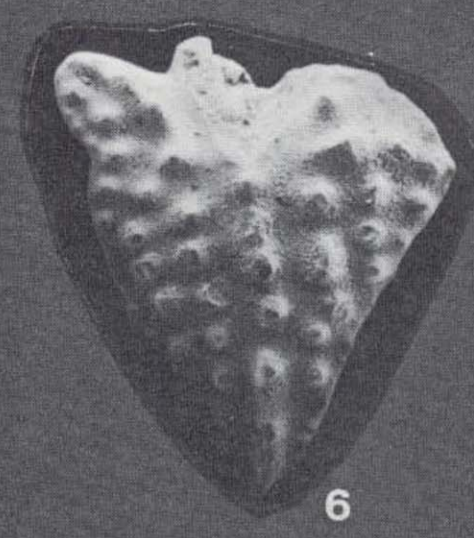
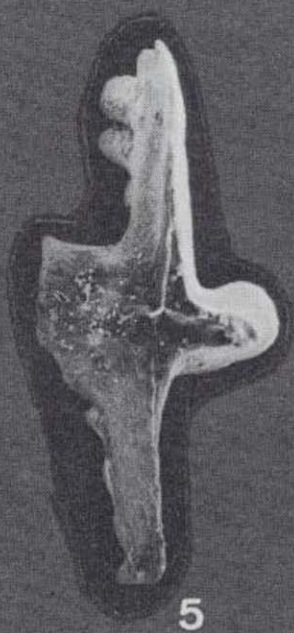
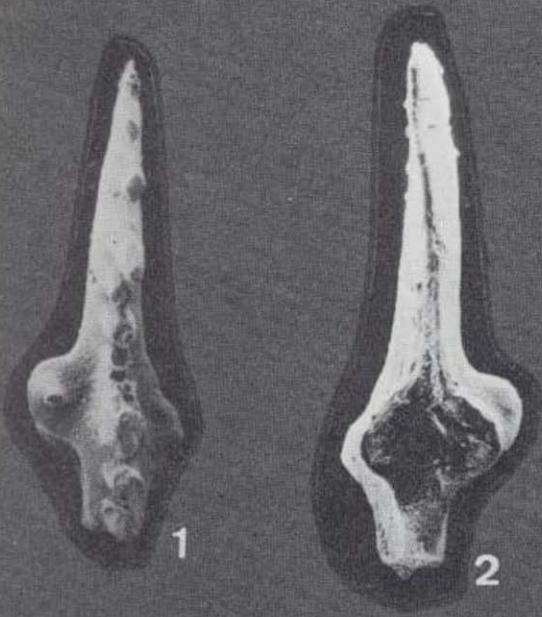
- 11, 12.—HOLOTIPO. DPO 15470. Vistas oral y aboral $\times 85$. Formación Nocedo, nivel HUG-52, Huergas de Gordón (León).

Figuras 13-21.—*Ancyrodella mouravieffi* GARCÍA-LÓPEZ, 1986.

- 13, 17.—HOLOTIPO. DPO 15482. Vistas oral y orolateral $\times 38$, vista aboral $\times 42$ y detalle de la vista aboral $\times 130$ mostrando las quillas secundaria y accesoria. Formación Nocedo, nivel HUG-55 B, Huergas de Gordón (León).
 18, 19.—PARATIPO. DPO 15483. Vistas oral y aboral $\times 45$. Formación Nocedo, nivel HUG-55 A, Huergas de Gordón (León).
 20, 21.—PARATIPO. DPO 15484. Vistas oral y aboral $\times 45$. Formación Nocedo, nivel HUG-56, Huergas de Gordón (León).



LAMINA 1



LAMINA 2

Figuras 1-4.— *Ancyrodella mouravieffi* GARCÍA-LÓPEZ, 1986.

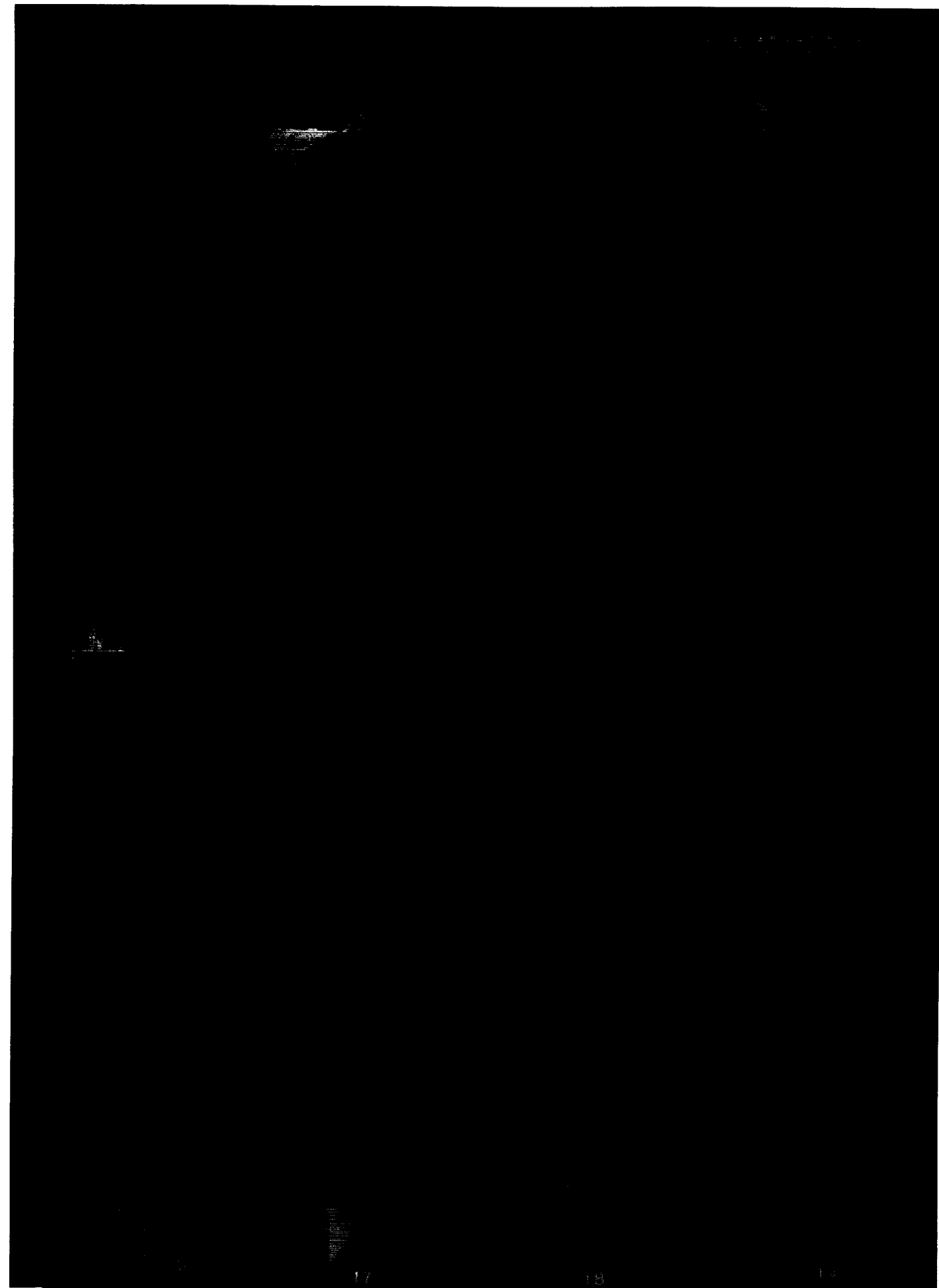
- 1, 2.—DPO 15472. Vista oral $\times 58$ y aboral $\times 52$. Formación Nocedo, nivel HUG-53, Huergas de Gordón (León).
- 3, 4.—DPO 15461. Vistas oral $\times 43$ y aboral $\times 47$. Formación Nocedo, nivel HUG-55 C, Huergas de Gordón (León).

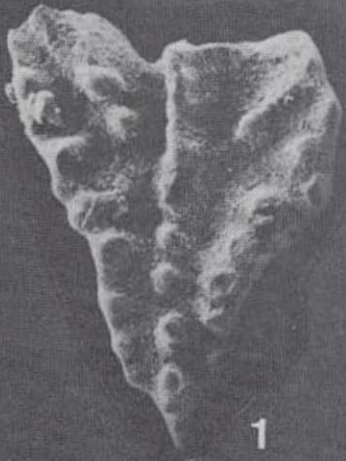
Figuras 5-7.—*Ancyrodella* aff. *mouravieffi* GARCÍA-LÓPEZ, 1986.

DPO 15485. Vistas oral, aboral $\times 42$ y detalle de la vista aboral $\times 75$ en el que se observa el modelo hexanciroide. Formación Nocedo, nivel HUG-56, Huergas de Gordón (León).

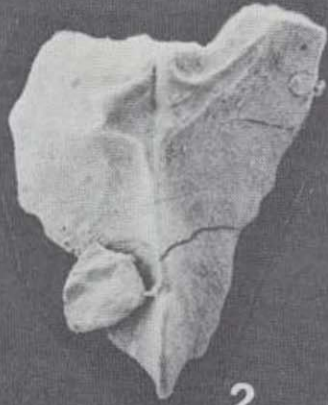
Figuras 8-19.—*Ancyrodella africana* GARCÍA-LÓPEZ, 1981.

- 8, 9.—HOLOTIPO. DPO 15464. Vistas oral $\times 49$ y aboral $\times 62$. Formación Nocedo, nivel HUG-57, Huergas de Gordón (León).
- 10, 11.—PARATIPO. DPO 15477. Vistas oral $\times 55$ y aboral $\times 50$. Formación Nocedo, nivel HUG-57, Huergas de Gordón (León).
- 12, 13.—DPO 15478. Vistas oral $\times 70$ y aboral $\times 65$. Formación Nocedo, nivel HUG-57, Huergas de Gordón (León).
- 14, 15.—DPO 15475. Vistas oral y aboral $\times 62$. Formación Nocedo, nivel HUG-55 D, Huergas de Gordón (León).
- 16, 17.—PARATIPO. DPO 15476. Vistas oral $\times 50$ y aboral $\times 54$. Formación Nocedo, nivel HUG-57, Huergas de Gordón (León).
- 18, 19.—DPO 15465. Vistas oral $\times 54$ y aboral $\times 50$. Formación Nocedo, nivel HUG-57, Huergas de Gordón (León).

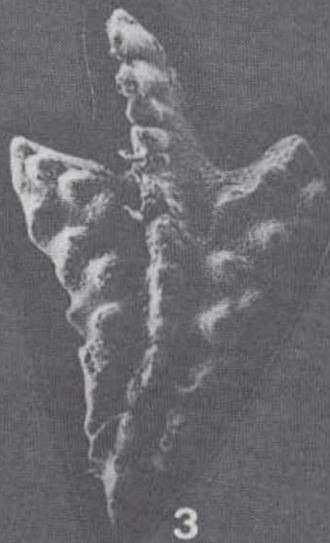




1



2



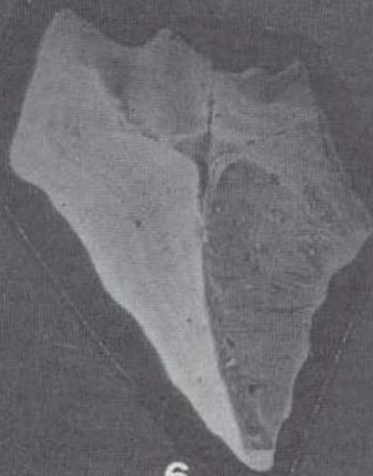
3



4



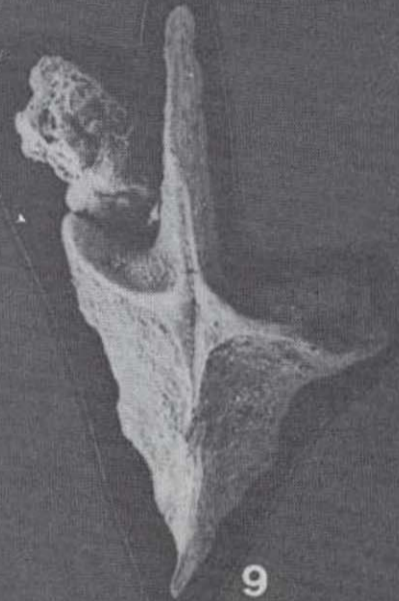
5



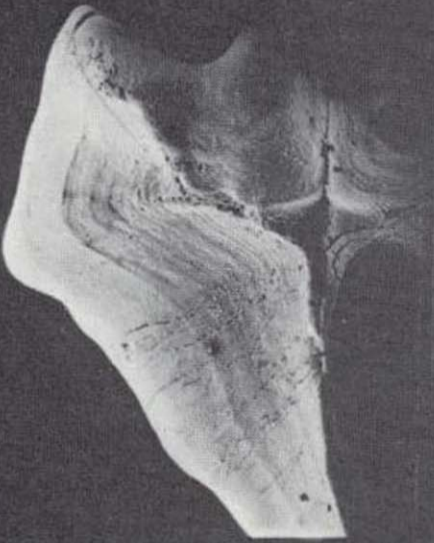
6



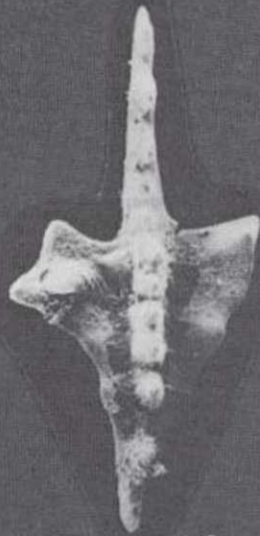
8



9



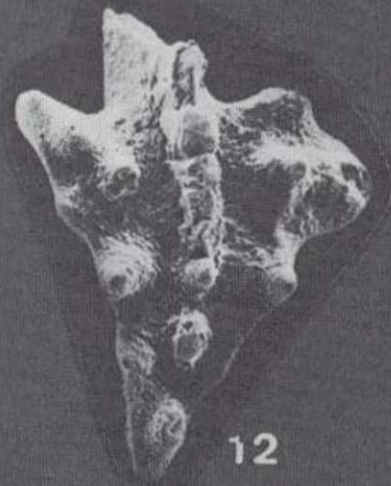
7



10



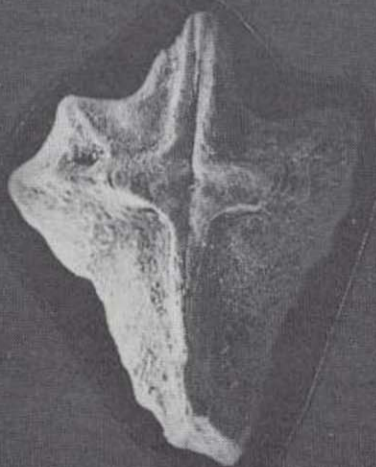
11



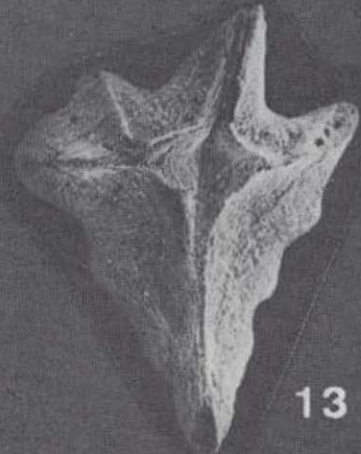
12



14



15



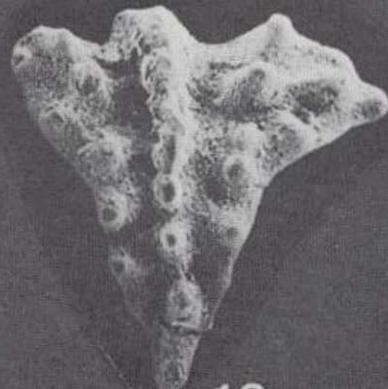
13



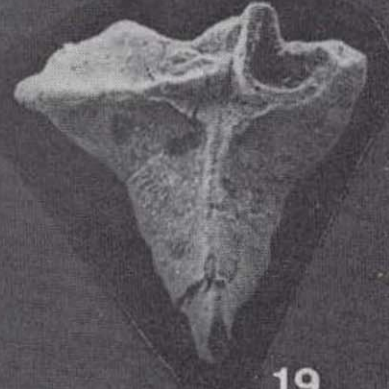
16



17



18



19

LAMINA 3

Figuras 1-6.—*Ancyrodella devonica* GARCÍA-LÓPEZ, 1986.

- 1, 3.—HOLOTIPO. DPO 15463. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 45$.
Formación Nocedo, nivel HUG-56, Huergas de Gordón (León).
4, 6.—PARATIPO. DPO 15460. Vistas oral, y orolateral $\times 52$ y aboral $\times 47$.
Formación Nocedo, nivel HUG-55 C, Huergas de Gordón (León).

Figuras 7-10.—*Ancyrodella lobata* BRANSON & MEHL, 1934.

- 7, 9.—DPO 15481. Vistas oral, amoral y orolateral $\times 31$. Formación Nocedo, nivel HUG-57 D, Huergas de Gordón (León).
10.—DPO 15480. Vista oral $\times 25$. Formación Nocedo, nivel HUG-55 D, Huergas de Gordón (León).

Figuras 11-13.—*Ancyrodella curvata* (BRANSON & MEHL, 1934).

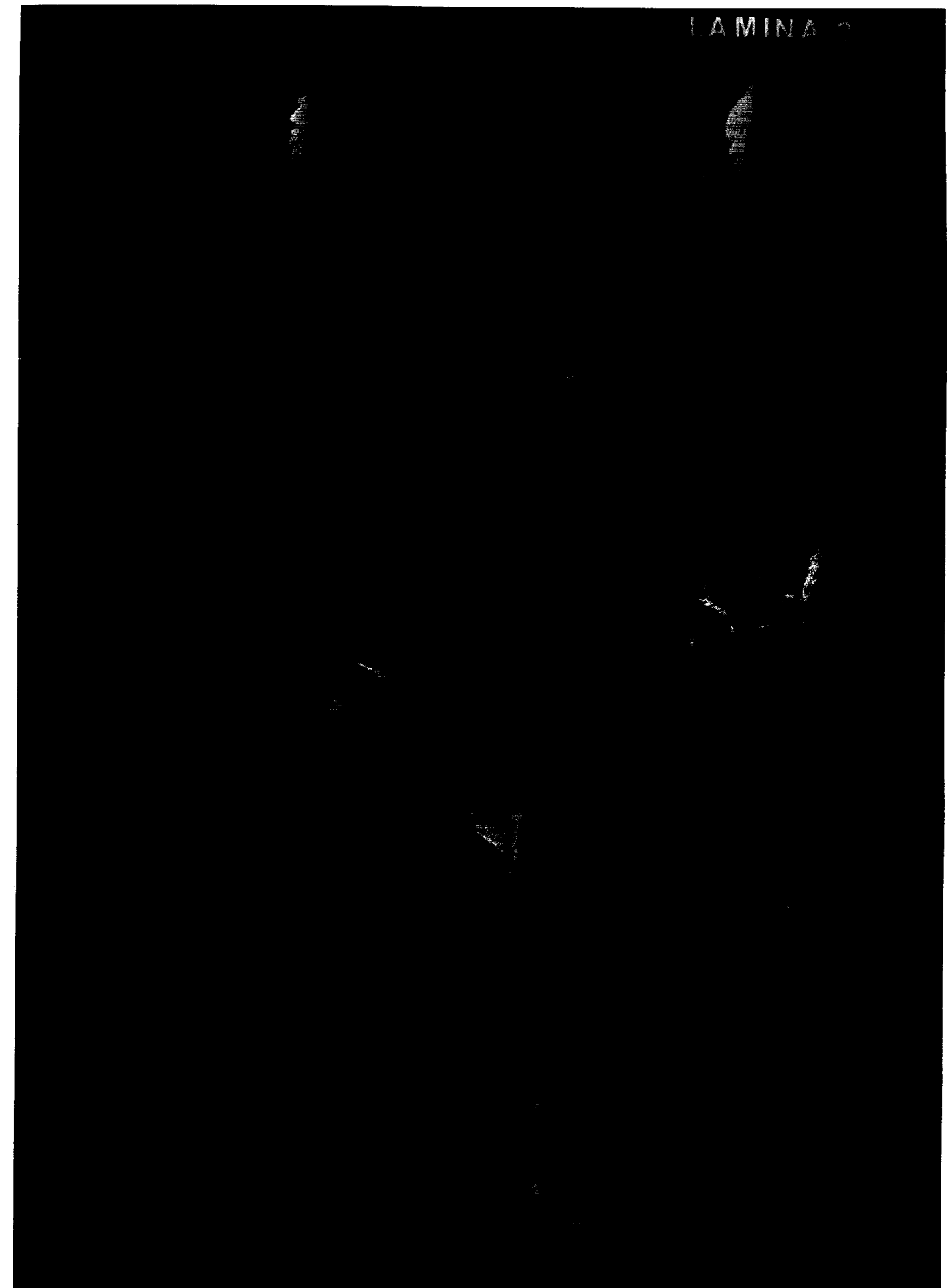
- 11.—DPO 15454. Vista oral $\times 36$. Formación Nocedo, nivel HUG-57, Huergas de Gordón (León).
12, 13.—DPO 15453. Vistas oral y aboral (conservando el cuerpo basal) $\times 36$. Formación Nocedo, nivel HUG-57, Huergas de Gordón (León).

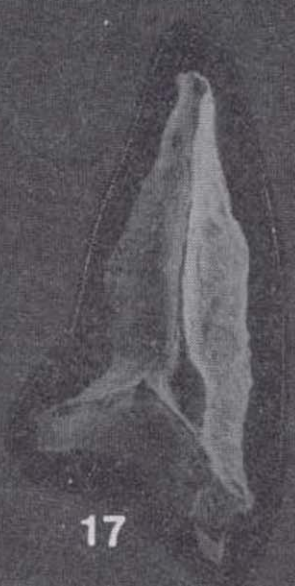
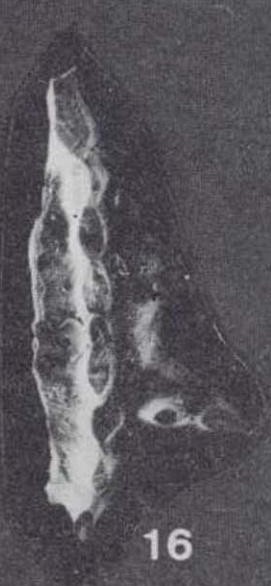
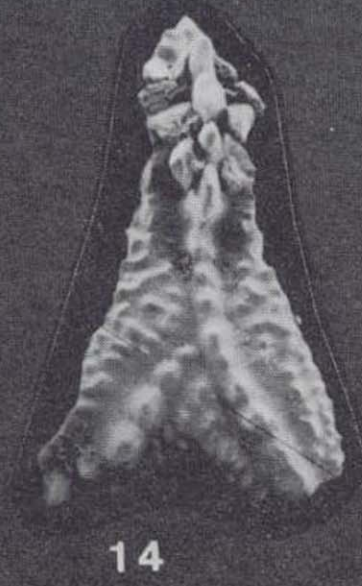
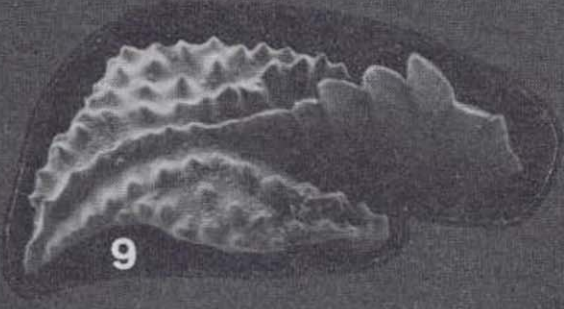
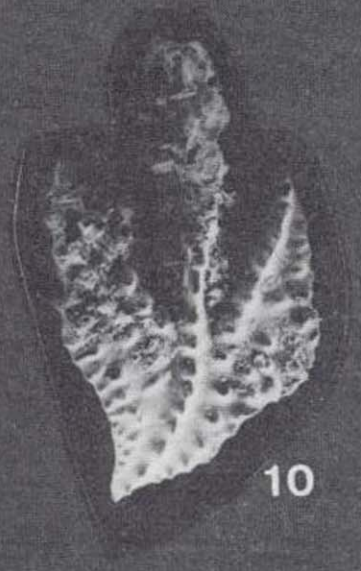
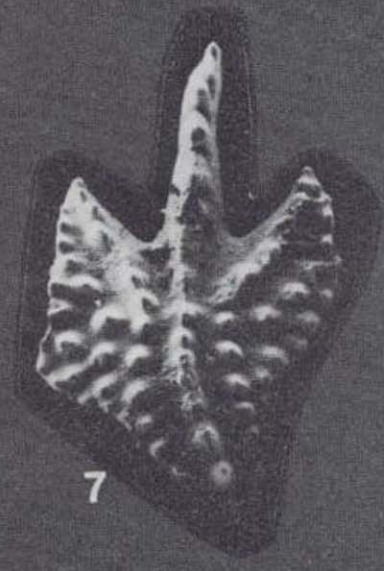
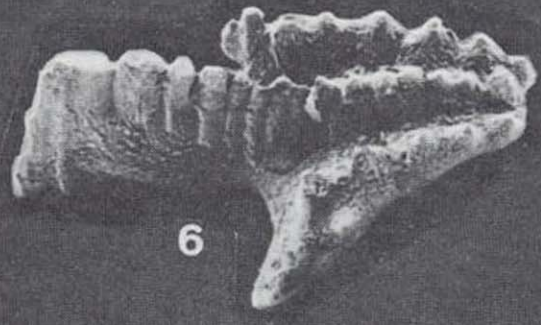
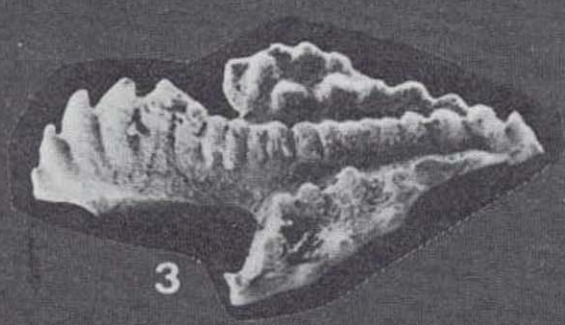
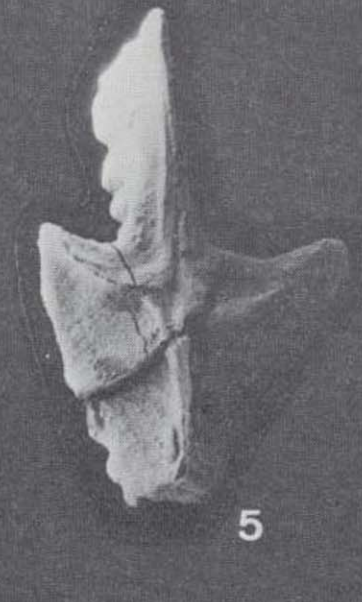
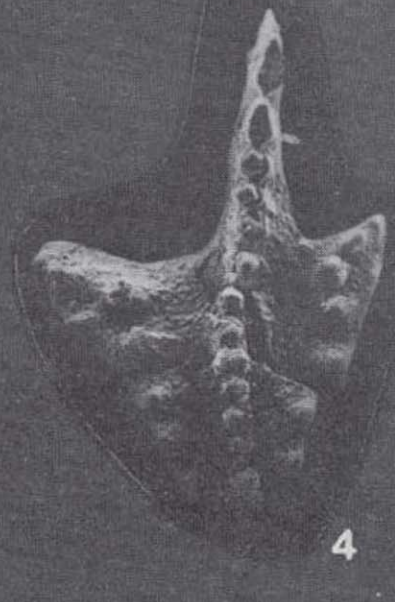
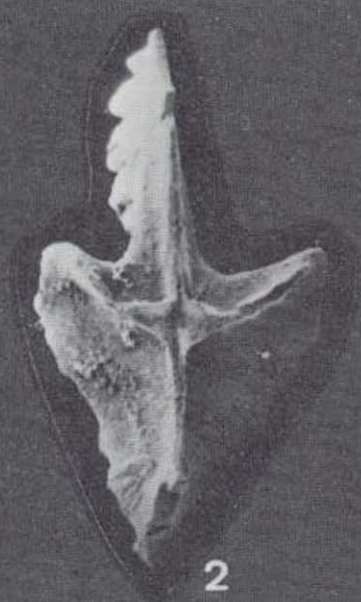
Figuras 14-15.—*Ancyrognathus triangularis* YOUNGQUIST, 1945.

- DPO 15492. Vistas oral $\times 28$ y aboral $\times 26$. Formación Nocedo, nivel HUG-58, Huergas de Gordón (León).

Figuras 16-17.—*Ancyrognathus tsiensi* MOURAVIEFF, 1982.

- DPO 15493. Vistas oral $\times 65$ y aboral $\times 70$. Formación Nocedo, nivel HUG-58, Huergas de Gordón (León).





LAMINA 4

Figuras 1-7.—*Caudicriodus bultyncki* n. sp.

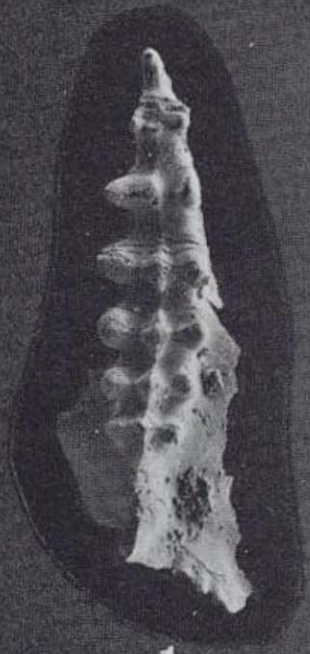
- 1, 2.—PARATIPO. DPO 15494. Vistas oral y lateral $\times 50$. Formación Moniello, nivel M-810 A, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 3, 4.—PARATIPO. DPO 15495. Vistas oral y lateral $\times 50$. Formación Moniello, nivel M-810 A, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 5, 7.—HOLOTIPO. DPO 13300. Vistas oral, aboral y lateral $\times 35$. Formación Moniello, nivel M-810 A, Ensenada de Moniello (Asturias).

Figuras 8-9.—*Caudicriodus* aff. *celtibericus* (CARLS & GANDL, 1969).

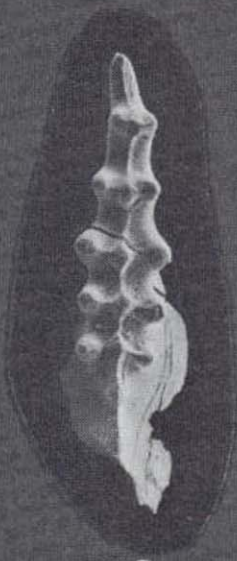
DPO 15496. Vistas oral y lateral $\times 50$. Formación Moniello, nivel M-852, Ensenada de Moniello (Asturias).

Figuras 10-16.—*Latericriodus latericrescens latericrescens* (BRANSON & MEHL, 1938).

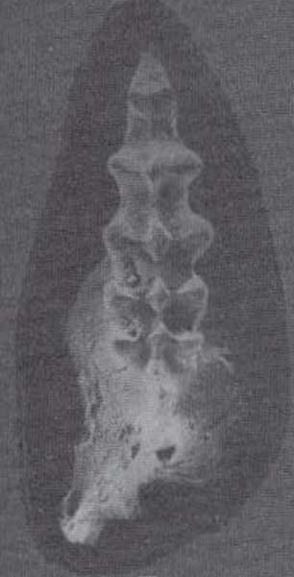
- 10, 11.—DPO. 15673. Vistas oral y aboral $\times 60$. Formación Portilla, nivel HUG-15, Huergas de Gordón (León).
- 12, 13.—DPO 15674. Vistas oral y aboral $\times 50$. Formación Portilla, nivel HUG-16, Huergas de Gordón (León).
- 14, 15.—DPO 15676. Vistas oral y aboral $\times 60$. Formación Portilla, nivel HUG-21, Huergas de Gordón (León).
- 16.—DPO 15669. Vista oral $\times 40$. Formación Portilla, nivel HUG-14, Huergas de Gordón (León).



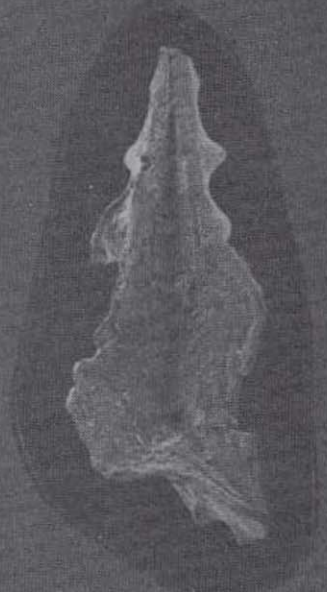
1



3



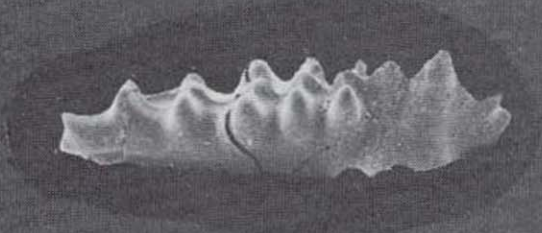
5



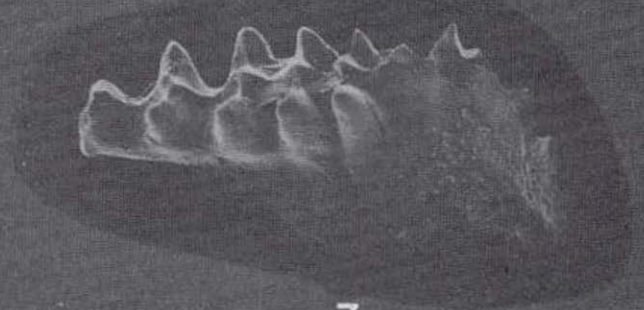
6



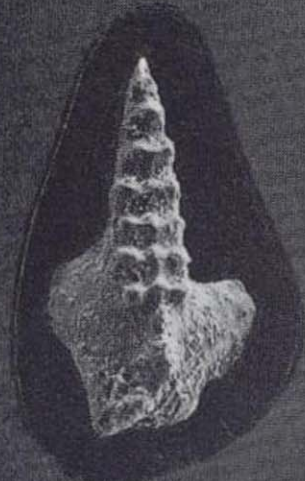
2



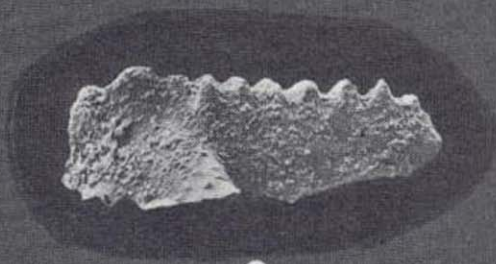
4



7



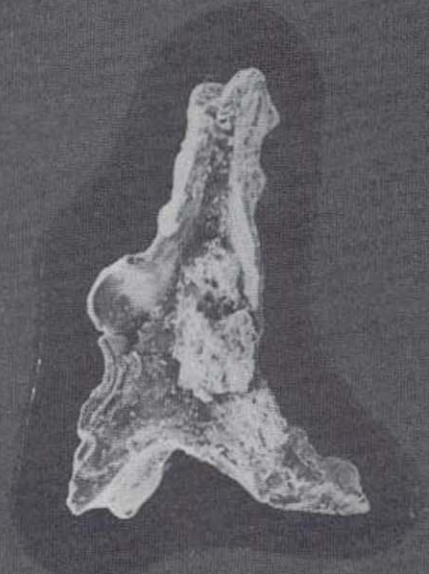
8



9



10



11



12



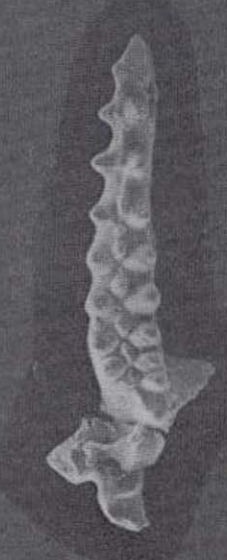
13



14



15



16

LAMINA 5

Figuras 1-9.—*Icriodus corniger ancestralis* WEDDIGE, 1977.

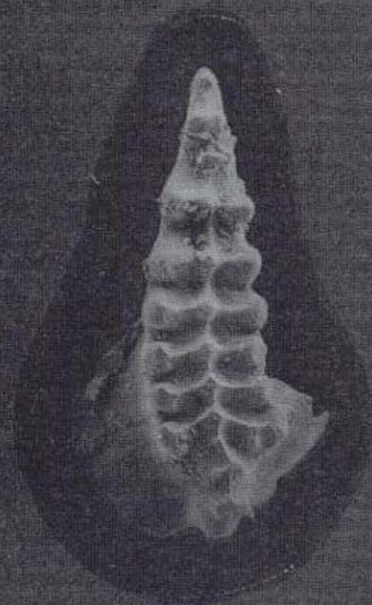
- 1, 2.—DPO 15505. Vistas oral y aboral $\times 45$. Formación Santa Lucía, nivel SL-3, Arroyo del Puerto (León).
- 3, 5.—DPO 15503. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 60$. Formación Santa Lucía, nivel SL-2, Arroyo del Puerto (León).
- 6, 7.—DPO 15504. Vistas oral $\times 50$ y aboral $\times 45$. Formación Santa Lucía, nivel SL-2, Arroyo del Puerto (León).
- 8, 9.—DPO 13299. Vistas oral y aboral $\times 35$. Formación Moniello, nivel M-818, Ensenada de Moniello (Asturias).

Figuras 10-17.—*Icriodus corniger corniger* WITTEKINDT, 1965.

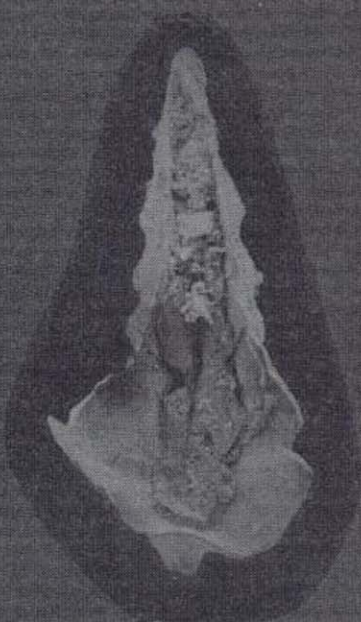
- 10, 11.—DPO 15508. Vistas oral y aboral $\times 40$. Formación Moniello, nivel M-838 B, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 12, 13.—DPO 15509. Vistas oral y aboral $\times 50$. Formación Moniello, nivel M-845, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 14, 15.—DPO 15514. Vistas oral y aboral $\times 50$. Formación Santa Lucía, nivel SL-14, Arroyo del Puerto (León).
- 16, 17.—DPO 15515. Vistas oral y aboral $\times 45$. Formación Santa Lucía, nivel SL-47, Arroyo del Puerto (León).

Figuras 18-19.—*Icriodus corniger* aff. *corniger* WITTEKIDNT, 1965.

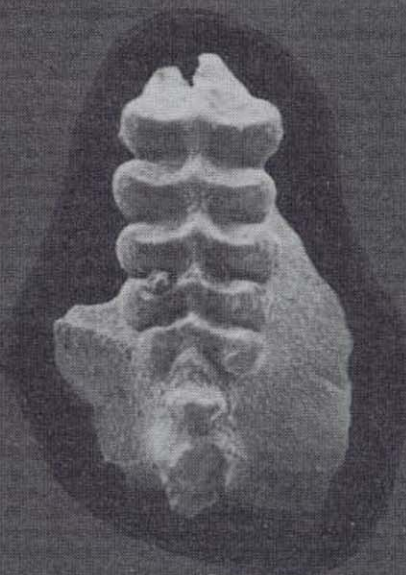
- DPO 13303. Vistas oral y aboral $\times 35$. Formación Moniello, nivel M-891, Ensenada de Moniello (Asturias).



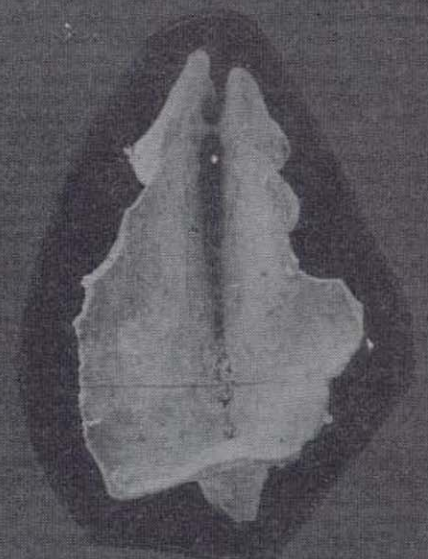
1



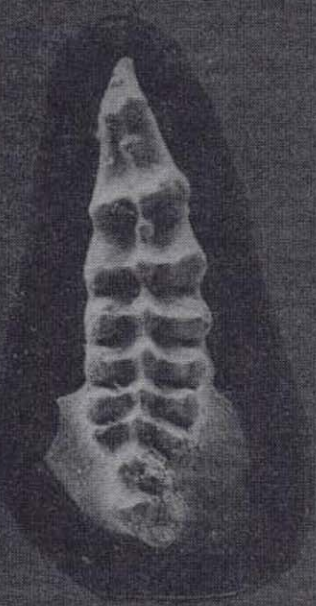
2



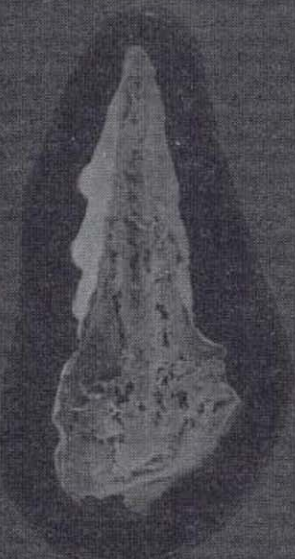
3



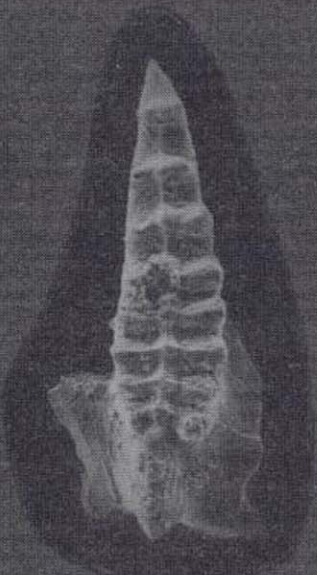
4



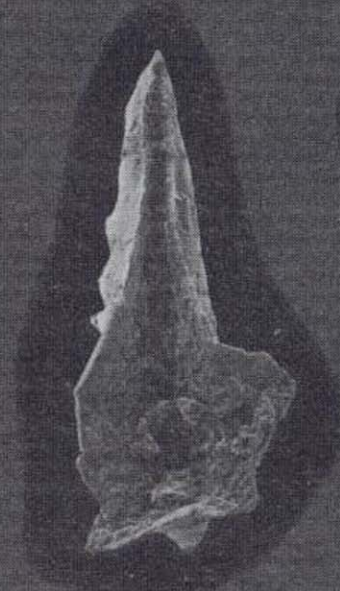
6



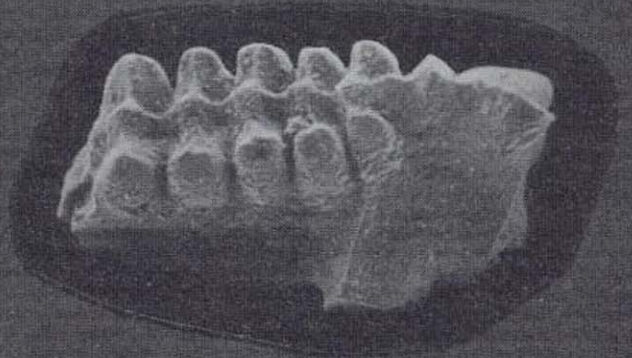
7



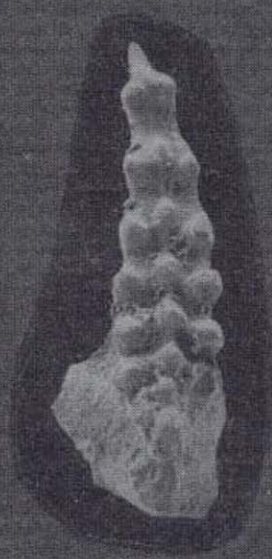
8



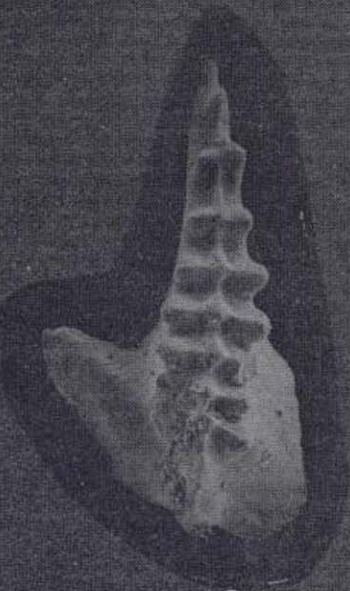
9



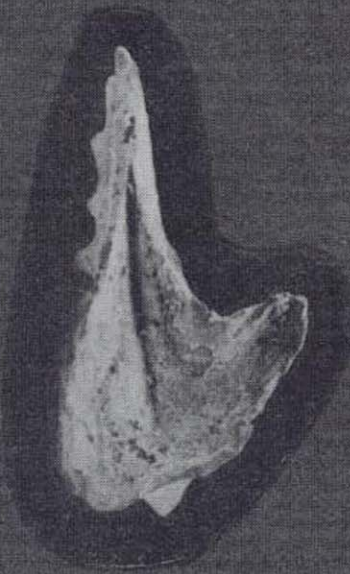
5



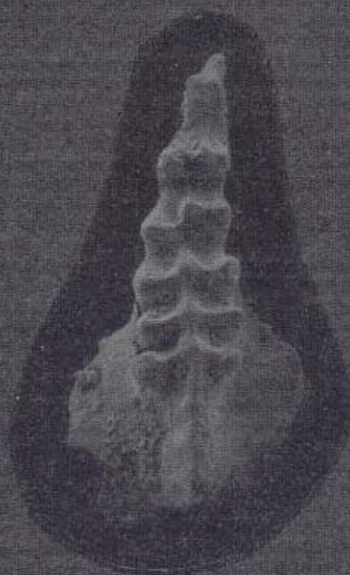
14



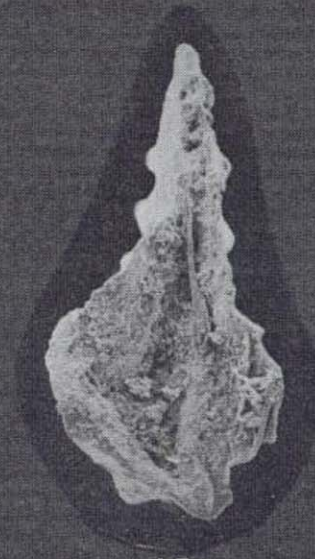
10



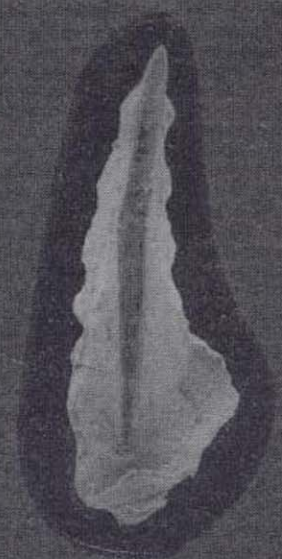
11



12



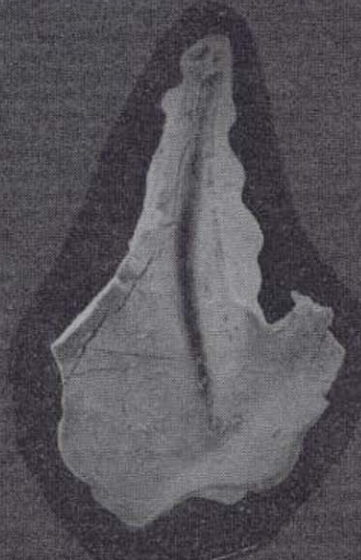
13



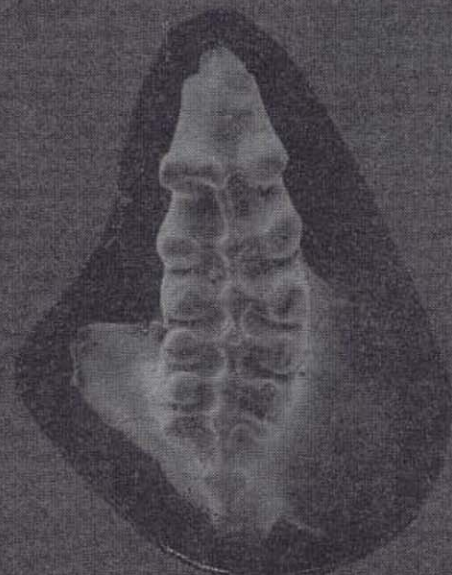
15



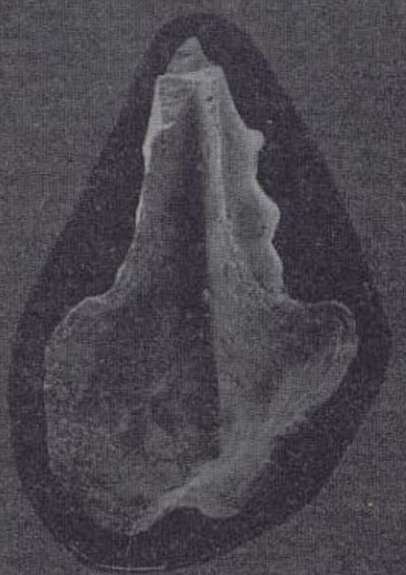
16



17



18



19

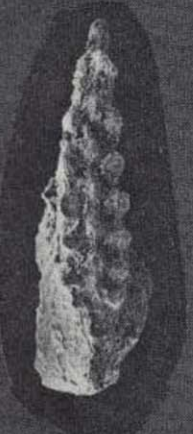
LAMINA 6

Figuras 1-4.—*Icriodus leptus* WEDDIGE, 1977.

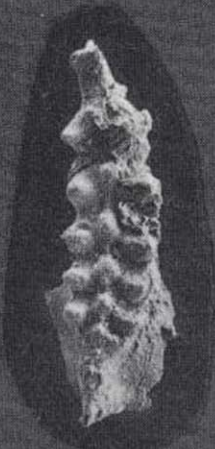
- 1, 2.—DPO 15516. Vistas oral y lateral $\times 50$. Formación Moniello, nivel M-818, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 3, 4.—DPO 15517. Vistas oral y lateral $\times 50$. Formación Moniello, nivel M-845, Ensenada de Moniello (Asturias).

Figuras 5-24.—*Icriodus rectirostratus* BULTYNCK, 1970.

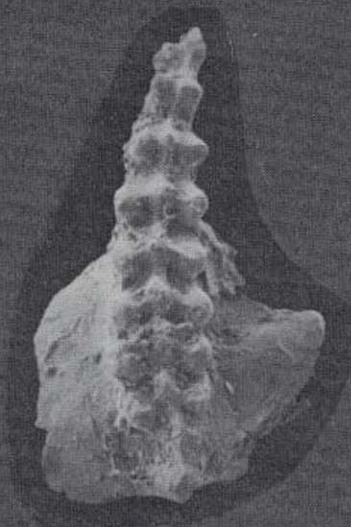
- 5.—DPO 13302. Vista oral $\times 50$. Formación Moniello, nivel M-983, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 6, 7.—DPO 15614. Vistas oral y lateral $\times 50$. Formación Moniello, nivel 2,60 m. sobre M-890, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 8, 9.—DPO 15612. Vistas oral y aboral $\times 35$. Formación Moniello, nivel 20 cm. debajo M-838, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 10, 12.—DPO 15622. Vistas oral, aboral y lateral $\times 50$. Formación Santa Lucía, nivel SL-14, Arroyo del Puerto (León).
- 13, 14.—DPO 15615. Vistas oral y aboral $\times 55$. Formación Moniello, nivel 2,60 m. sobre M-890, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 15, 16.—DPO 15616. Vistas oral y aboral $\times 50$. Formación Moniello, nivel M-938, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 17, 19.—DPO 15621. Vistas oral, aboral y lateral $\times 45$. Formación Santa Lucía, nivel SL-14, Arroyo del Puerto (León).
- 20, 21.—DPO 15511. Vistas oral y aboral $\times 40$. Formación Moniello, nivel 2,60 m. sobre M-890, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 22, 24.—DPO 15623. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 50$. Formación Santa Lucía, nivel SL-14, Arroyo del Puerto (León).



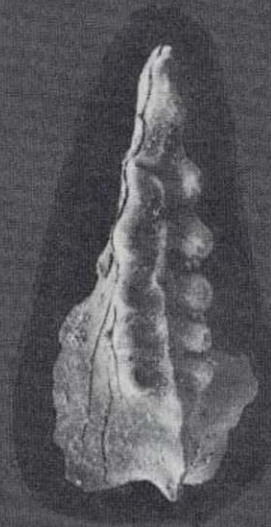
1



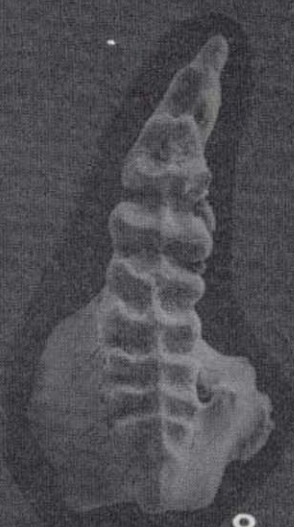
3



5



6



8



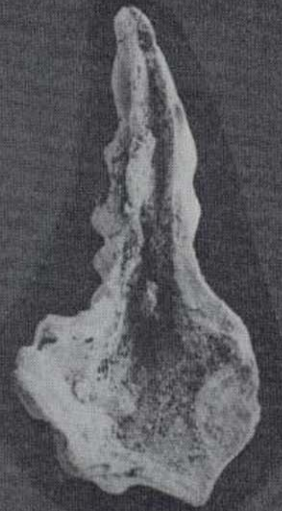
2



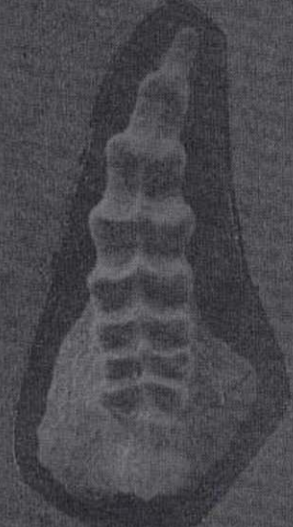
4



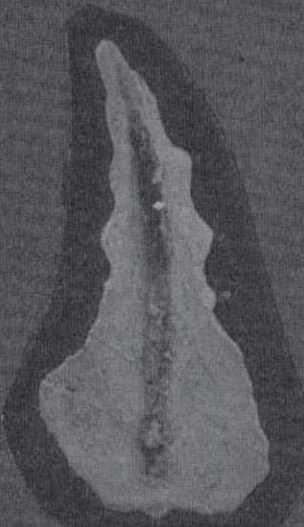
7



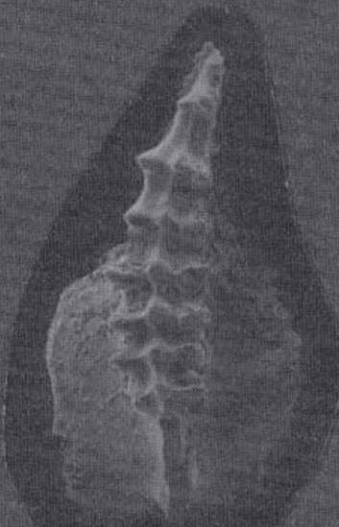
9



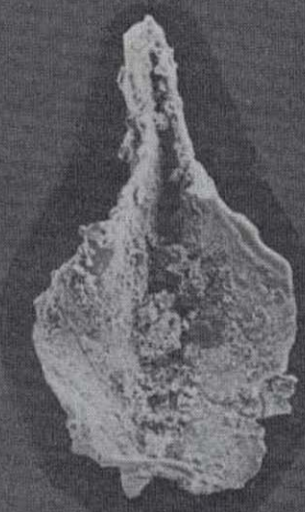
10



11



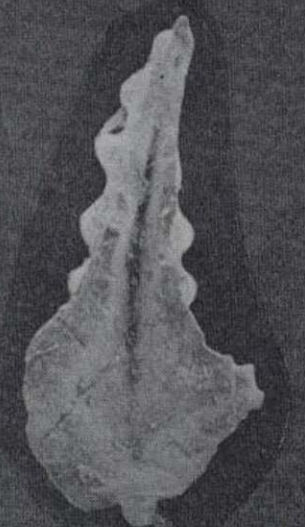
13



14



15



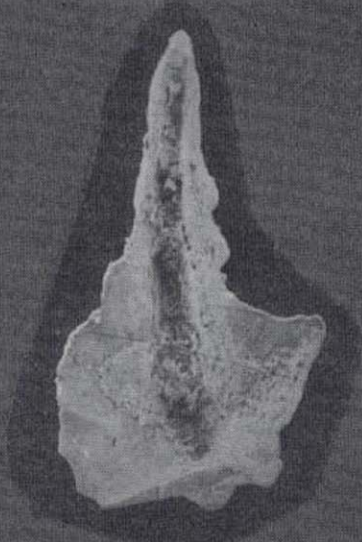
16



12



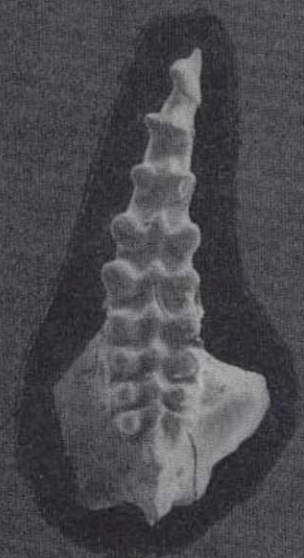
17



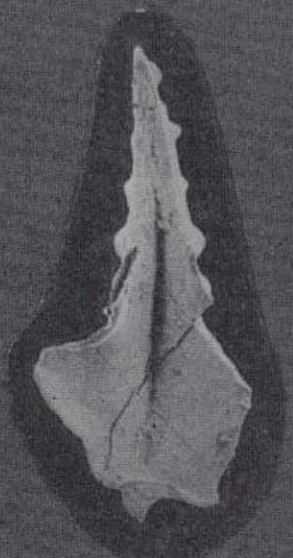
18



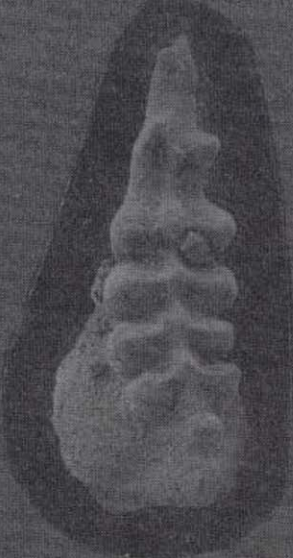
19



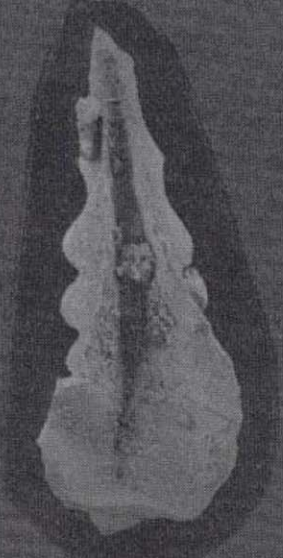
20



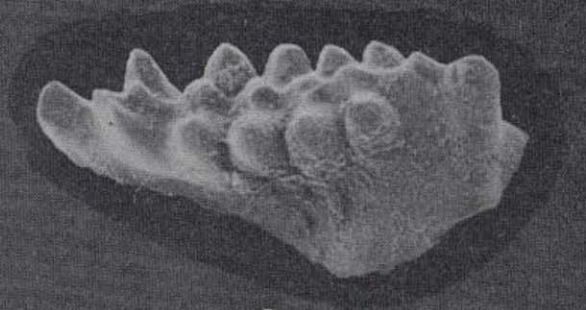
21



22



23



24

LAMINA 7

Figuras 1-8.—*Icriodus culicellus* (BULTYNCK, 1976).

- 1, 2.—DPO 13301. Vistas oral y aboral $\times 45$. Formación Moniello, nivel M-845, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 3, 4.—DPO 15519. Vistas oral y lateral $\times 50$. Formación Moniello, nivel M-818, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 5, 6.—DPO 15521. Vistas oral y lateral $\times 50$. Formación Moniello, nivel M-852, Ensenada de Moniello (Asturias).
- 7, 8.—DPO 15520. Vistas oral y lateral $\times 50$. Formación Moniello, nivel M-834, Ensenada de Moniello (Asturias).

Figuras 9-20.—*Icriodus retrodepressus* BULTYNCK, 1970.

- 9, 11.—DPO 15635. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 50$. Formación Santa Lucía, nivel SL-72, Arroyo del Puerto (León).
- 12, 14.—DPO 15629. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 45$. Formación Santa Lucía, nivel SL-63, Arroyo del Puerto (León).
- 15, 17.—DPO 15639. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 80$. Formación Santa Lucía, nivel SL-74, Arroyo del Puerto (León).
- 18, 20.—DPO 15633. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 60$. Formación Santa Lucía, nivel SL-67, Arroyo del Puerto (León).

Figuras 21-30.—*Icriodus obliquimarginatus* BISCHOFF & ZIEGLER, 1957.

- 21, 23.—DPO 15611. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 60$. Formación Portilla, nivel HUG-14, Huergas de Gordón (León).
- 24, 25.—DPO 15604. Vistas oral y aboral $\times 35$. Formación Portilla, nivel HUG-2, Huergas de Gordón (León).
- 26, 27.—DPO 15609. Vistas oral y orolateral $\times 60$. Formación Portilla, nivel HUG-5, Huergas de Gordón (León).
- 28.—DPO 15607. Vista lateral $\times 60$. Formación Portilla, nivel HUG-5, Huergas de Gordón (León).
- 29.—DPO 15610. Vista oral $\times 80$. Formación Portilla, nivel HUG-5, Huergas de Gordón (León).
- 30.—DPO 15608. Vista oral $\times 80$. Formación Portilla, nivel HUG-5, Huergas de Gordón (León).



LAMINA 8

Figuras 1-15.—*Icriodus eslaensis* ADRICHEM BOOGAERT, 1967.

- 1, 3.—DPO 15541. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 70$. Formación Candás, nivel Ca-4, Perán (Asturias).
- 4, 6.—DPO 15553. Vistas oral $\times 70$, aboral y orolateral $\times 65$. Formación Candás, nivel Ca-82, Perán (Asturias).
- 7, 8.—DPO 15528. Vistas oral y aboral $\times 60$. Formación Portilla, nivel HUG-11, Huergas de Gordón (León).
- 9, 10.—DPO 15549. Vistas orolateral y aboral $\times 70$. Formación Candás, nivel Ca-12, Perán (Asturias).
- 11, 12.—DPO 15550. Vistas oral y aboral $\times 80$. Formación Candás, nivel Ca-12, Perán (Asturias).
- 13.—DPO 15538. Vistas oral $\times 80$. Formación Portilla, nivel HUG-27, Huergas de Gordón (León).
- 14, 15.—DPO 15548. Vistas orolateral y aboral $\times 60$. Formación Candás, nivel Ca-12, Perán (Asturias).

Figuras 16-24.—*Icriodus latecarinatus* BULTYNCK, 1974.

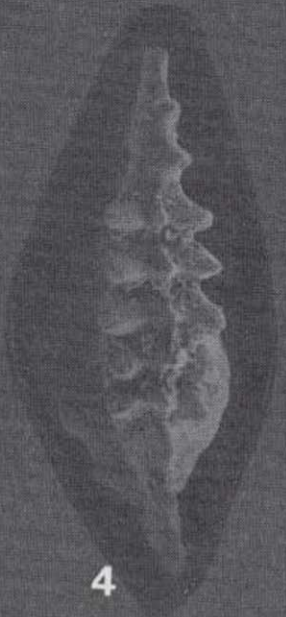
- 16, 18.—DPO 15598. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 50$. Formación Candás, nivel Ca-12, Perán (Asturias).
- 19, 21.—DPO 15602. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 50$. Formación Portilla, nivel HUG-18, Huergas de Gordón (León).
- 22.—DPO 15601. Vista oral $\times 60$. Formación Candás, nivel Ca-12, Perán (Asturias).
- 23, 24.—DPO 15599. Vistas aboral y orolateral $\times 60$. Formación Candás, nivel Ca-12, Perán (Asturias).



1



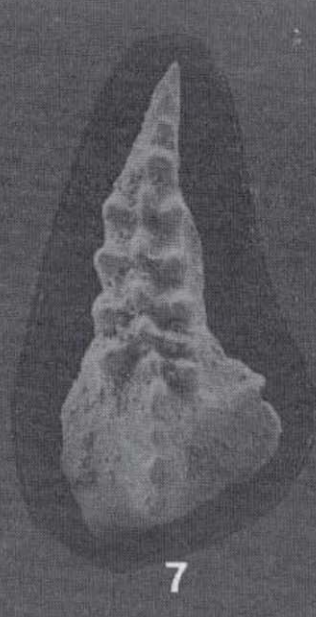
2



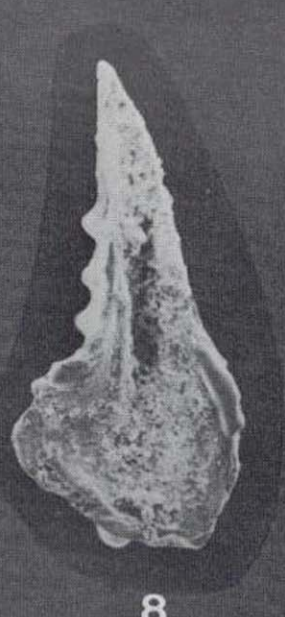
4



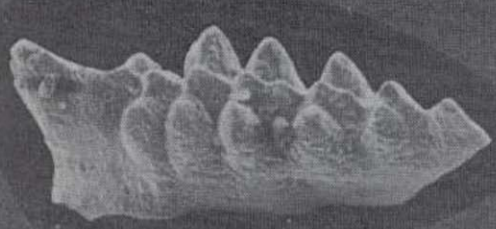
5



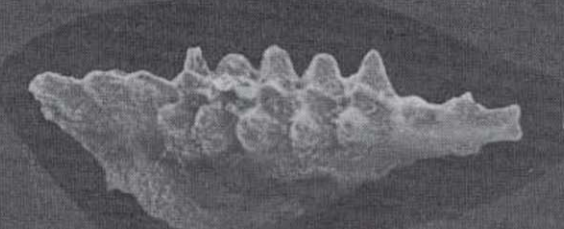
7



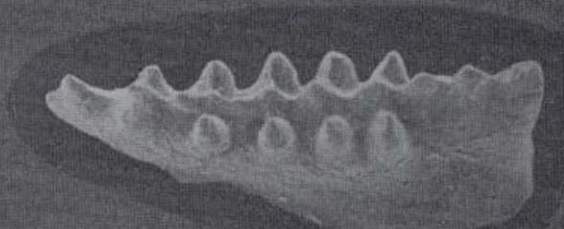
8



3



6



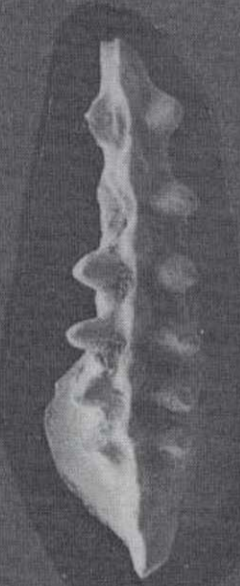
9



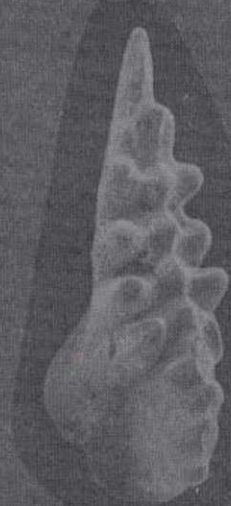
11



12



13



14



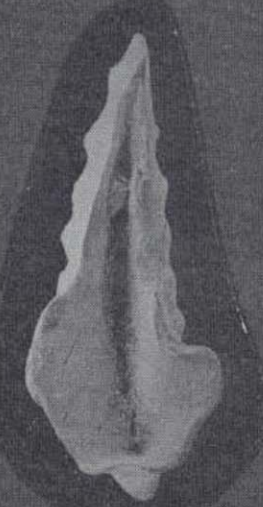
15



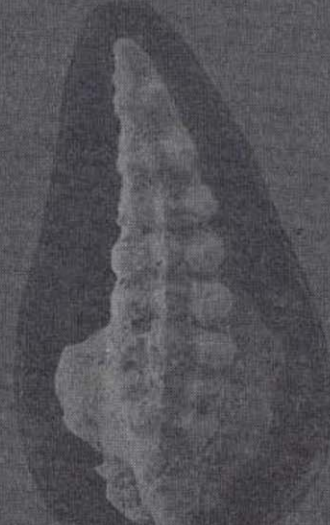
10



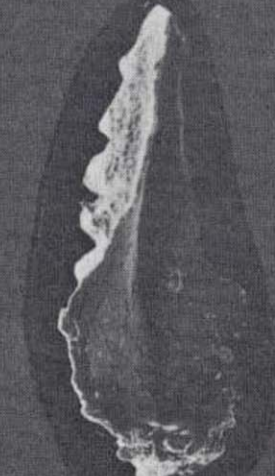
16



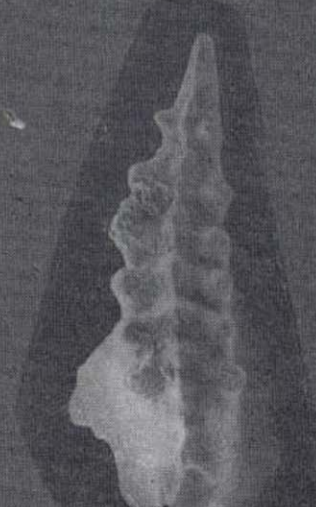
17



19



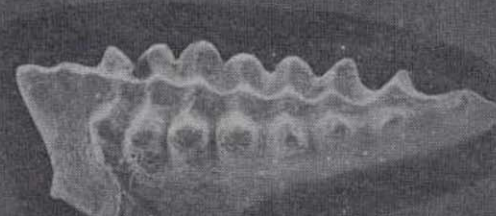
20



22



23



18



21



24

LAMINA 9

Figuras 1-6.—*Icriodus arkonnensis* STAUFFER, 1938.

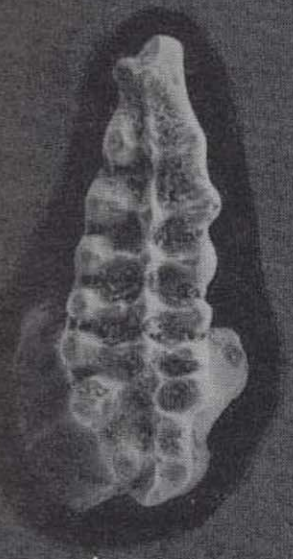
- 1, 2.—DPO 15501. Vistas oral y aboral $\times 40$. Formación Portilla, nivel HUG-32, Huergas de Gordón (León).
- 3, 4.—DPO 15498. Vistas oral y aboral $\times 45$. Formación Portilla, nivel HUG-25 B, Huergas de Gordón (León).
- 5.—DPO 15497. Vista oral $\times 50$. Formación Portilla, nivel HUG-25 B, Huergas de Gordón (León).
- 6.—DPO 15502. Vista oral $\times 40$. Formación Portilla, nivel HUG-32, Huergas de Gordón (León).

Figuras 7-22.—*Icriodus expansus* BRANSON & MEHL, 1938.

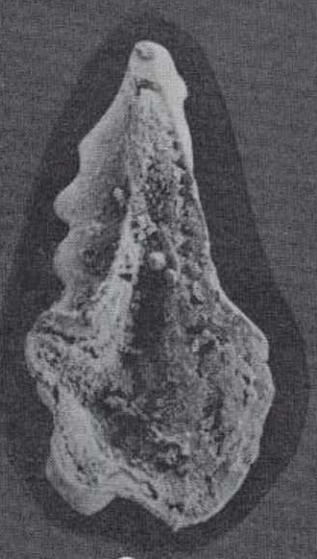
- 7, 8.—DPO 15577. Vistas oral y aboral $\times 60$. Formación Candás, nivel Ca-94, Perán (Asturias).
- 9, 10.—DPO 15563. Vistas oral y aboral $\times 50$. Formación Candás, nivel Ca-17, Perán (Asturias).
- 11, 12.—DPO 15590. Vistas oral y aboral $\times 60$. Formación Portilla, nivel HUG-29, Huergas de Gordón (León).
- 13.—DPO 15589. Vista oral $\times 50$. Formación Portilla, nivel HUG-29, Huergas de Gordón (León).
- 14.—DPO 15573. Vista oral $\times 50$. Formación Candás, nivel Ca-84, Perán (Asturias).
- 15, 16.—DPO 15587. Vistas oral y aboral $\times 60$. Formación Portilla, nivel HUG-27 A, Huergas de Gordón (León).
- 17, 18.—DPO 15570. Vistas oral y aboral $\times 50$. Formación Candás, nivel Ca-83, Perán (Asturias).
- 19.—DPO 15565. Vista oral $\times 50$. Formación Candás, nivel Ca-69, Perán (Asturias).
- 20.—DPO 15585. Vista oral $\times 65$. Formación Portilla, nivel HUG-27 A, Huergas de Gordón (León).
- 21, 22.—DPO 15576. Vistas oral y aboral $\times 50$. Formación Candás, nivel Ca-86, Perán (Asturias).

Figuras 23-24.—*Icriodus* aff. *expansus* BRANSON & MEHL, 1938.

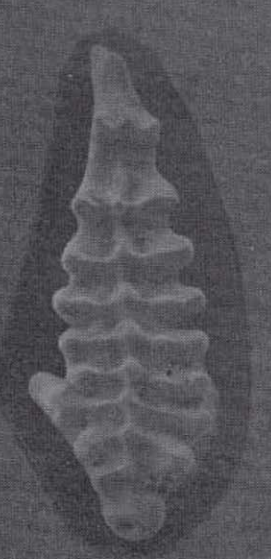
- DPO 15593. Vistas oral y aboral $\times 70$. Formación Candás, nivel Ca-82, Perán (Asturias).



1



2



3



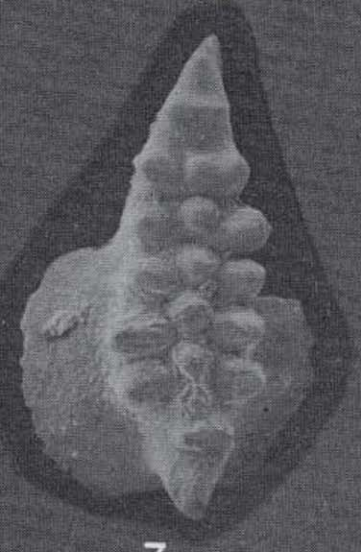
4



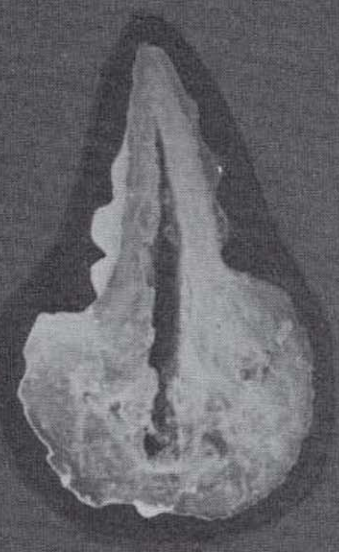
5



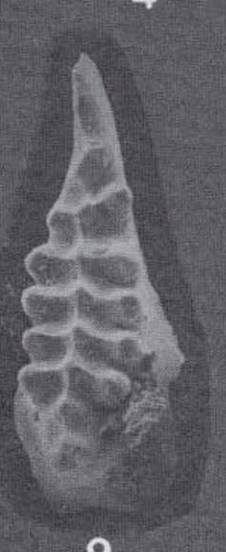
6



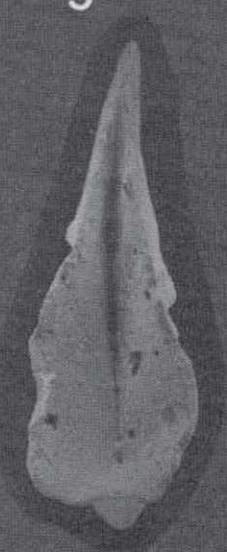
7



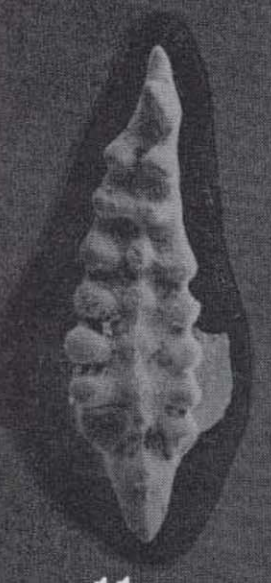
8



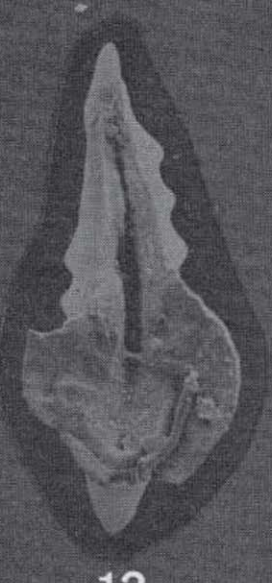
9



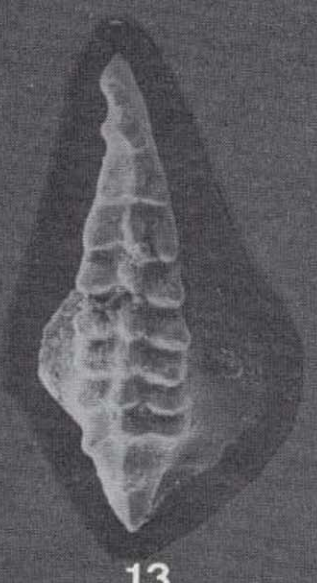
10



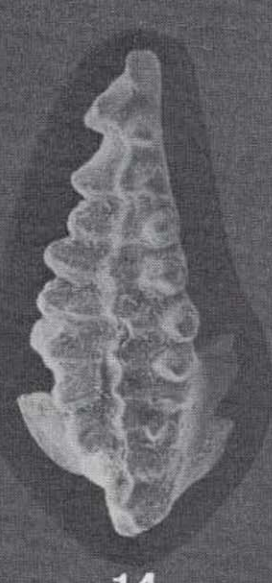
11



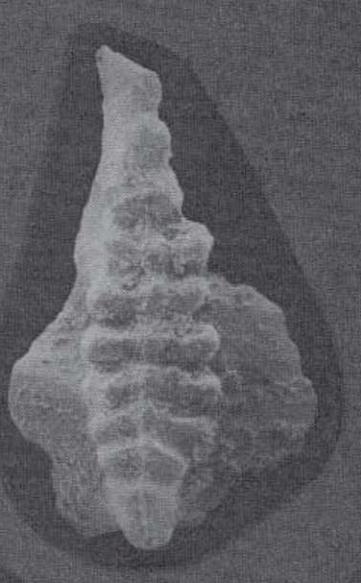
12



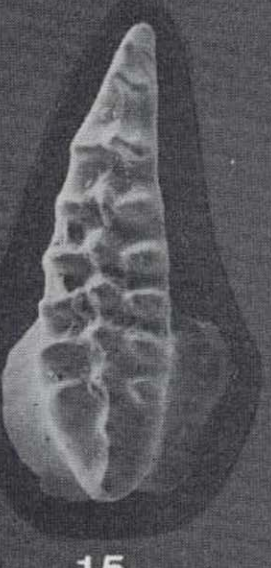
13



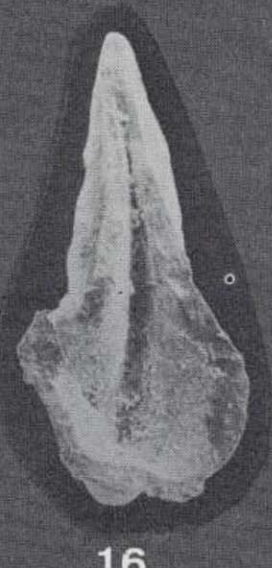
14



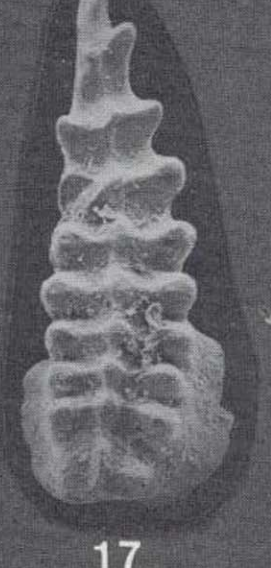
19



15



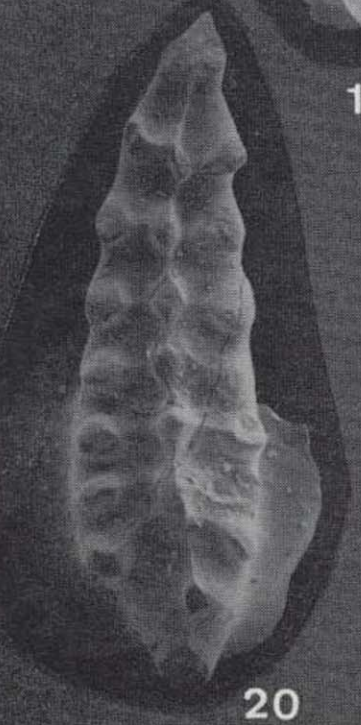
16



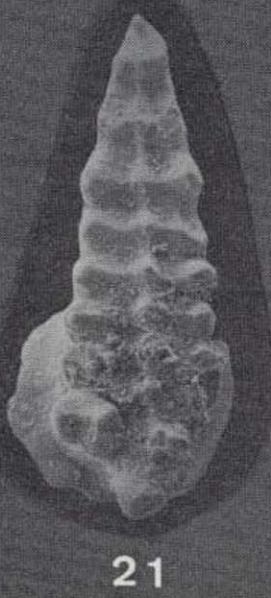
17



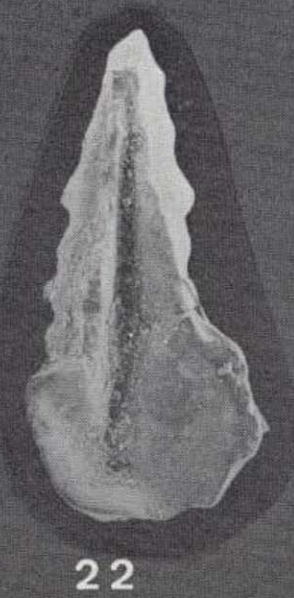
18



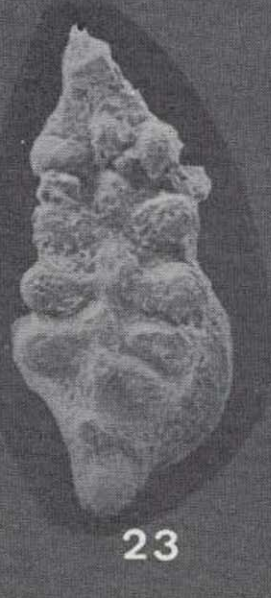
20



21



22



23



24

LAMINA 10

Figuras 1-10.—*Icriodus symmetricus* BRANSON & MEHL, 1934.

- 1, 3.—DPO 15645. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 55$. Formación Portilla, nivel HUG-29, Huergas de Gordón (León).
- 4, 5.—DPO 15662. Vistas oral y aboral $\times 50$. Formación Nocedo, nivel HUG-57, D, Huergas de Gordón (León).
- 6, 7.—DPO 15657. Vistas oral y aboral $\times 60$. Formación Nocedo, nivel HUG-56, Huergas de Gordón (León).
- 8.—DPO 15646. Vista oral $\times 60$. Formación Portilla, nivel HUG-29, Huergas de Gordón (León).
- 9, 10.—DPO 15658. Vistas oral y aboral $\times 60$. Formación Nocedo, nivel HUG-56, Huergas de Gordón (León).

Figuras 11-13.—*Icriodus* sp. A.

DPO 15640. Vista oral, aboral y orolateral $\times 60$. Formación Candás, nivel Ca-140, Perán (Asturias).

Figuras 14-15.—*Icriodus* aff. *subterminus* YOUNGQUIST, 1947.

DPO 15664. Vistas oral y aboral $\times 65$. Formación Candás, nivel Ca-88, Perán (Asturias).

Figuras 16-17.—*Polygnathus eiflius* BISCHOFF & ZIEGLER, 1957.

DPO 15691. Vistas oral y aboral $\times 50$. Formación Portilla, nivel HUG-5, Huergas de Gordón (León).

Figuras 18-19.—*Polygnathus* cf. *varcus* STAUFFER, 1940.

DPO 15816. Vistas oral y aboral $\times 75$. Formación Portilla, nivel HUG-15, Huergas de Gordón (León).

Figuras 20-29.—*Polygnathus timorensis* KLAPPER, PHILIP & JACKSON, 1970.

- 20, 22.—DPO 15803. Ejemplar juvenil. Vistas oral, aboral y lateral $\times 65$. Formación Portilla, nivel HUG-23, Huergas de Gordón (León).
- 23, 25.—DPO 15806. Ejemplar juvenil. Vistas oral, aboral y orolateral $\times 65$. Formación Portilla, nivel HUG-25 B, Huergas de Gordón (León).
- 26, 27.—DPO 15805. Vistas orolateral y aboral $\times 50$. Formación Portilla, nivel HUG-25 B, Huergas de Gordón (León).
- 28, 29.—DPO 15808. Vistas oral y aboral $\times 50$. Formación Candás, nivel Ca-98, Perán (Asturias).



1



2



4



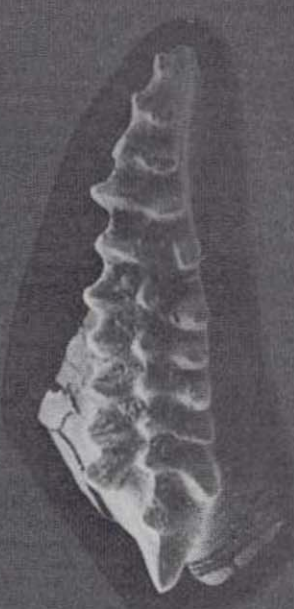
5



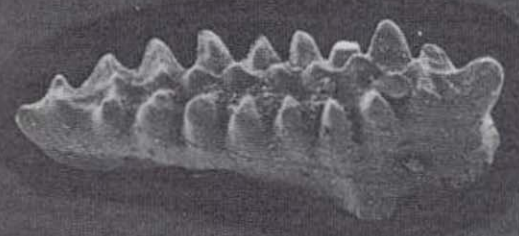
6



7



8



3



9



10



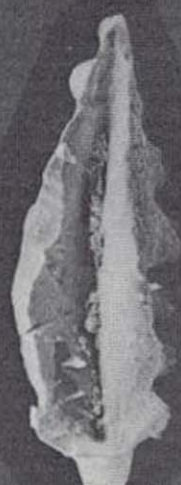
14



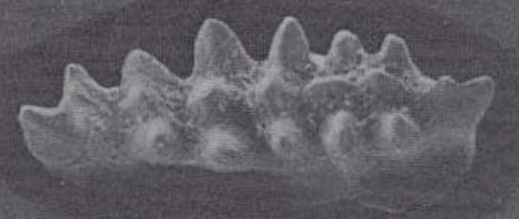
15



11



12



13



16



17



18



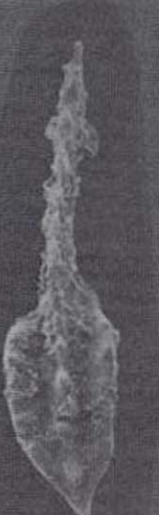
19



20



21



23



24



27



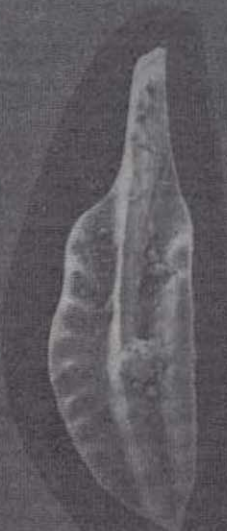
26



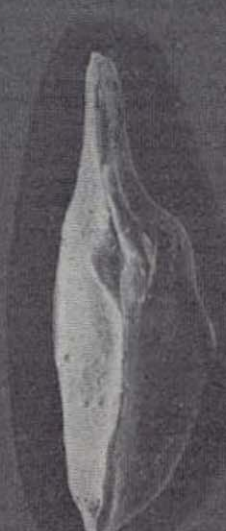
22



25



28



29

GEOLOGIA

Estudio morfológico-sistemático de *Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart.

Consideraciones estratigráficas y paleoecológicas

Por M. C. DIEGUEZ (1)

RESUMEN

En el presente trabajo se describen tres nuevas formas de *Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart, atendiendo a sus caracteres morfológicos, realizando un estudio comparativo de ellos. Asimismo, se efectúa una revisión de las formas establecidas por JONGMANS & KIDSTON para esta especie y se analiza su distribución, obteniendo consecuencias de carácter paleoecológico y estratigráfico.

SUMMARY

In this work, are described three new forms of *Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart, attending morphological characters which do a comparative study of them. A revision is a well efectuated for the established forms by JONGMANS & KIDSTON for this species. Distribution is analized, obtainning palaeoecological and stratigraphical consequences.

Los ejemplares pertenecientes a la especie *Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart han sido hallados en casi todos los yacimientos del Carbonífero y del Pérmico Inferior, siendo sus citas bibliográficas muy numerosas.

Los holotipos de la especie proceden de los yacimientos estefanienses de Wettin y Manebach (Alemania) y fueron descritos y figurados por SCHLOTHEIM (1920), bajo el nombre de *Casuarinites equisetiformis*. Posteriormente, BRONGNIART (1828, páginas 159, 176) asimiló los ejemplares descritos al género *Asterophyllites*.

JONGMANS (1911, pp. 205-214) encontró que especies como *A. densifolius* Grand'Eury, *A. flexuosus* Renault, *Calamocladus lignosus* Renault y *Calamocladus penicellifolius* Grand'Eury eran, sin lugar a dudas, sinonimias de la especie creada por SCHLOTHEIM.

JONGMANS & KIDSTON (in JONGMANS & KUKUK, 1913, p. 51, taf. 17) distinguieron dos formas: una correspondiente a la figurada por SCHLOTHEIM, que se encuentra principalmente en yacimientos del Estefaniense y Pérmico, a la que designaron como forma *Schlotheimi* y cuyas características coinciden con los ejemplares hallados por ambos autores en Piesberg, cerca de Osnabruk; y la for-

ma *typica*, cuyas características principales, como el grosor y dirección de sus hojas, se veían reflejadas en las figuras dadas por GEINITZ (1855, pl. XVII, fig. 1) y ZEILLER (1886, pl. VIII, figs. 4, 5, 6). Asimismo, creían en la existencia de formas intermedias, cuyas características no indicaron.

Al estudiar material procedente de diversos yacimientos españoles hemos podido constatar la presencia de las dos formas anteriormente citadas, así como la existencia de dos nuevas formas, y una nueva combinación cuyas características coinciden con las dadas por GRAND'EURY para su especie *A. densifolius*.

Los ejemplares estudiados pertenecen a las colecciones del Museo de Ciencias Naturales del C. S. I. C. (M. C. N.), Instituto Real de Ciencias Naturales de Bélgica (I. C. N. B.); Museo del Seminario de Barcelona (M. S. B.); así como de las colecciones particulares de C. Alvarez Ramis (C. A.); D. Gil Cid (D. G.); F. Fonollá (F. F.); J. Talens (J. T.), y R. H. Wagner (R. H. W.), depositadas en el Departamento de Paleontología de la Universidad Complutense de Madrid, junto con ejemplares de las colecciones del Instituto Lucas Mallada del C. S. I. C. (I. L. M.).

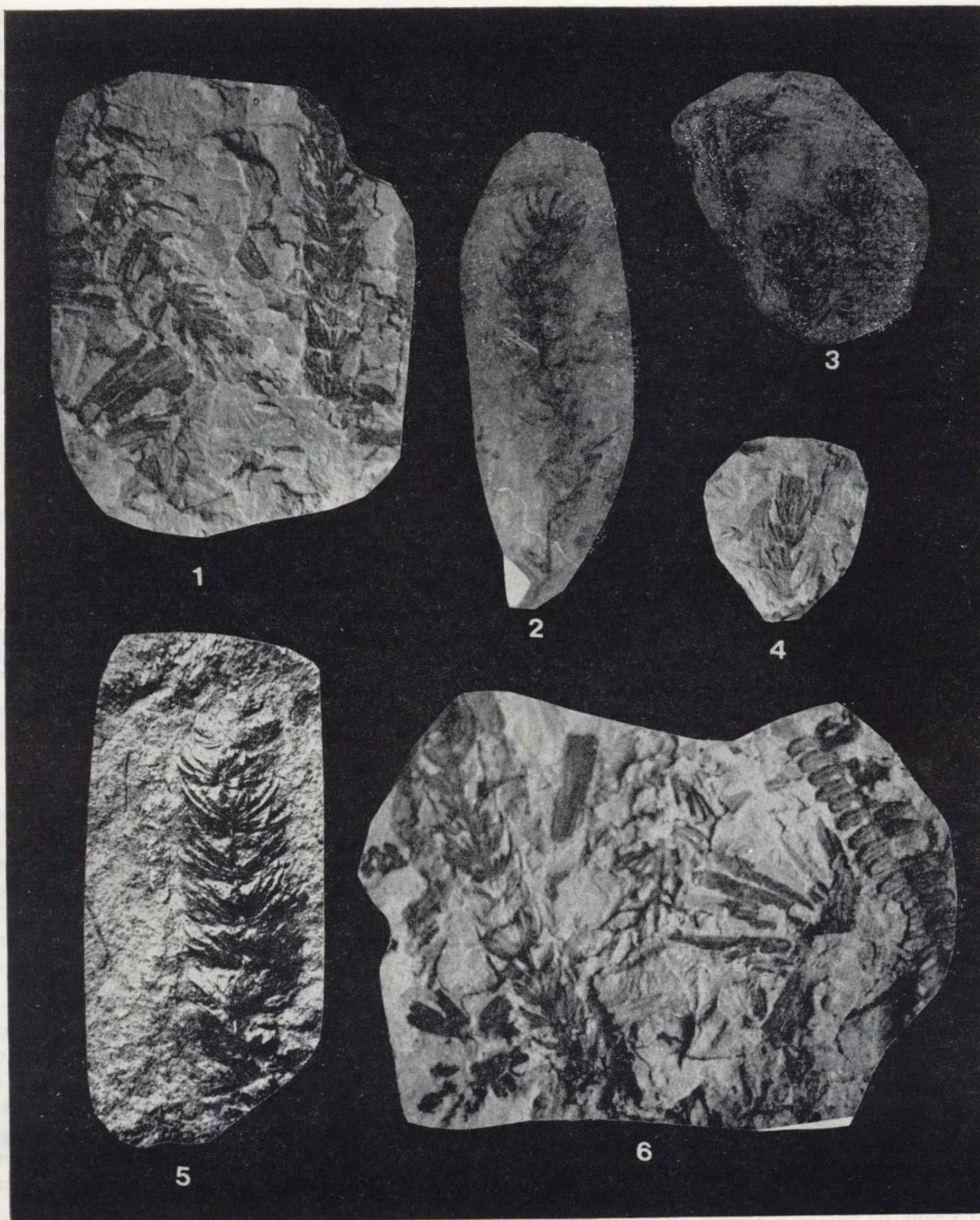
Asterophyllites equisetiformis (Schlotheim) Brongniart, forma *typica* sensu Jongmans & Kidston.

(1) Museo Nacional de Ciencias Naturales del CSIC.

Figuras 1, 4 y 6.—*Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart, forma *fuliginosa* nov. forma. Puertollano (Ciudad Real). ×1.

Figuras 2 y 3.—*Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart, forma *caducifolia* nov. forma. La Magdalena (León). ×1.

Figura 5.—*Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart, forma *densifolia* nov. comb. Henarejos (Cuenca). ×2.



Figuras 1, 4 y 6.—*Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart, forma *fuliginosa* nov. forma. Puertollano (Ciudad Real). $\times 1$.

Figuras 2 y 3.—*Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart, forma *caducifolia* nov. forma. La Magdalena (León). $\times 1$.

Figura 5.—*Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart, forma *densifolia* nov. comb. Henarejos (Cuenca). $\times 2$.

Material estudiado: Ejemplares 2306 (J. T.) Anch (Lérida) Westfaliense D; Escombrera de la mina «Sotillos», Sotillos, Sabero (León) (I. C. N. B.), Estefaniense A-B; LM. 23, LM. 48, LM. 50, LM. 76 (D. G.) La Magdalena (León), Estefaniense B; 1 P., Sector Calderón, Villager, Villablino (León) (C. A.), Estefaniense B+C; Loc. 931 Ciñera-Matallana (León) (R. H. W.), Estefaniense B—C; HC 11, Hc 12 (F. F.) Henarejos (Cuenca, Estefaniense A.

Los ejemplares estudiados presentan las siguientes características: Ramas articuladas con entrenudos estriados longitudinalmente, de 0,6-2 centímetros de longitud, siendo la media de 9-11 milímetros, en cuyos nudos se disponen verticilos de forma expandida, con hojas lineares, uninervias, acuminadas, muy estrechas, rectas o ligeramente arqueadas hacia la parte terminal de la rama. El número de hojas por verticilo es de 6-10, aunque en el ejemplar procedente de Villablino este número se amplía hasta 12-15. La longitud de las hojas es de 4-12 mm. y su anchura de 0,2-0,8 mm., si bien hay que considerar a éstos como valores extremos ya que las dimensiones normales oscilan entre 7-11 mm. de longitud y 0,5 mm. de anchura.

Asterophyllites equisetiformis (Schlotheim) Brongniart, forma *schlotheimi* sensu Jongmans & Kidston.

Material estudiado: Ejemplares 431/PB-23(75) (M. C. N.) Bélmez (Córdoba), Westfaliense B; 29/PB-53(75) (M. C. N.) Escombrera Mercedes, Grupo Calero, Barruelo (Palencia), Westfaliense D; Guardo (Palencia) (I. L. M.), Westfaliense D; OJP, (C. A.) Ojeda (Palencia), Westfaliense D; Prado de la Guzpeña (León) (I. C. N. B.) Estefaniense A; Escombrera de la Mina «Correcillas», Ciñera-Matallana (León) (I. C. N. B.), Estefaniense B; LM 2, LM 53, LM 67B, LM 67D (G. D.), La Magdalena (León), Estefaniense B; M20 (J. T.) Malpás (Lérida), Estefaniense B; Puertollano (Ciudad Real) (I. L. M.) Estefaniense B-C; Mina Rasa, Capa del Río, y mina «El Desquite», Capa Tercera, Tineo (Asturias) (C. A.), Estefaniense C.

Las ramas portadoras presentan entrenudos estriados longitudinalmente de 5-8 mm. de longitud y 0,9-1,5 mm. de anchura, siendo las medidas normales entre 6-8 mm. de longitud y 1 mm. de anchura.

Los verticilos implantados en los nudos, en cuyo centro se marca un tubérculo oval, están forma-

dos por 10-16 hojas, siendo más numerosos los ejemplares que presentan 12. Estas son linear-lanceoladas, con su anchura mayor en la mitad de su longitud, de márgenes convexos y ápice acuminado, curvadas hacia la parte distal de la rama portadora, pudiendo llegar a tocar a las del verticilo superior, si bien no llegan a imbricarse. Su longitud oscila entre 7-19 mm., siendo las más abundantes las de 10-11 mm. La anchura foliar es, por término medio, de 1 mm. aunque en algunos ejemplares esta dimensión puede quedar reducida a 0,5 mm.

Se diferencia fácilmente de la forma *typica* no sólo por la mayor anchura de sus hojas, sino también por la forma de éstas y su disposición en el verticilo.

Asterophyllites equisetiformis (Schlotheim) Brongniart, forma *densifolia* nov. comb.

Material estudiado: Ejemplar HC1 (F. F.) localidad HE 4, Henarejos (Cuenca), Estefaniense A.

La descripción dada por GRAND'EURY (1877, página 300, pl. XXXII, fig. 2) es la siguiente: *Asterophyllites* de hojas densas coriáceas, con una banda del nervio central y dos bandas celulares gruesas. Articulaciones poco netas en la rama principal y las rúmulas, con un reborde articular bastante pronunciado; con corteza estriada espesa. Verticilos foliares, próximos e imbricados de tal forma que esconden al eje. Ni en esta descripción, ni en la figura dada para la creación de la especie *densifolius*, encontramos diferencias tangibles que la separen de *A. equisetiformis*, por lo que, de acuerdo con JONGMANS, la consideramos sinónima de ésta. Sin embargo, sus características sí son lo suficientemente claras como para constituir una forma de esta especie, por lo que conservamos el nombre dado por GRAND'EURY.

En el ejemplar estudiado se puede apreciar un tallo calamitoide con entrenudos de 4 mm. de longitud y 0,5 mm. de anchura, en cuyos nudos se insertan verticilos de aspecto compacto, casi tapándose unos a otros, de 8-10 hojas, bastante rígidas, uninervias, de 3-6 mm. de longitud y 0,5 mm. de anchura, arqueadas, de ápice fuertemente acuminado y curvado hacia la rama.

Las hojas de un verticilo llegan a tapar los 2/3 de la longitud total de las del verticilo siguiente.

Por la dirección de las hojas y la disposición de éstas en el verticilo se aproxima a la forma *schlo-*

theimi, aunque es fácil su separación por las dimensiones foliares y el aspecto más compacto del verticilo. Carácter que, a su vez, la acerca a la forma *fuliginosa*, distinguiéndose de ésta por la curvatura de sus hojas y por estar éstas imbricadas.

Asterophyllites equisetiformis (Schlotheim) Brongniart, forma *fuliginosa* nov. forma.

Material estudiado: Ejemplares 3 (I. L. M.) Puertollano (Ciudad Real), Estefaniense B-C.

Rama articulada con entrenudos de 3-5 mm. de longitud que porta verticilos de 7-8 hojas, de 7-10 milímetros de longitud y 0,7 mm. de anchura, aciculares, uninervias, curvadas hacia la parte terminal de la rama, solapando a las del verticilo superior por encima de la mitad de su longitud, punto en que las hojas se acodan hasta quedar paralelas a la rama portadora.

El verticilo terminal, por poseer hojas rectas y de la misma longitud, ofrece aspecto comal.

Asterophyllites equisetiformis (Schlotheim) Brongniart, forma *caducifolia* nov. forma.

Material estudiado: LM 18, LM 35 (D. G.) La Magdalena (León), Estefaniense B.

Una de las características más marcadas de esta nueva forma es su caducidad foliar, que si bien es común a toda la especie, como ya indicaba RENAUULT, en este caso es aún más notable, encontrándose con que en los ejemplares a ella pertenecientes sólo puede contarse el número total de hojas en los verticilos terminales, quedando en el resto de los verticilos tan sólo las inferiores, más externas.

Rama portadora flexuosa, articulada, con entrenudos estriados de 4 mm. de longitud y 1,2 mm. de anchura.

Los microfílos de forma linear-lanceolada, están en número de 10 a 11 por verticilo, uninerviados, de 7-14 mm. de longitud, media de 7 mm., y de 0,5-1 milímetro de anchura, siendo la medida standard de ésta de 0,8 mm., y curvados en su parte distal, aproximadamente en el último tercio de su longitud total, hasta donde llegan las hojas del verticilo inmediatamente inferior.

Esta nueva forma se asemeja, sobre todo por el carácter anteriormente citado, a la especie *Calamocladus lignosus* Renault (Commentry, 1890), que como ya indicábamos, debe considerarse sinónima de *A. equisetiformis*, si bien se diferencia netamente tanto por el tamaño de sus hojas como por la forma del verticilo terminal.

El hecho de poseer verticilos imbricados y de aspecto compacto, la acercan a las formas *fuliginosa* y *densifolia*, aunque se diferencian ya que en la primera de estas formas las hojas se curvan en el punto medio de su longitud, hasta donde llegan las hojas del verticilo inferior y en la segunda el ápice foliar está menos curvado hacia la rama portadora.

Muestra también alguna afinidad con *Calamocladus descipiens* Grand'Eury.

La especie *A. equisetiformis*, como indicábamos, posee un amplio rango stratigráfico, sin embargo al analizar el cuadro I se observa que existen diferencias en la distribución stratigráfica de sus formas.

CUADRO I

Nivel	Westfaliense					Estefaniense										
	Piso		B	D		A	A+B	B	B-C	B+C	C					
Localidad			Bélmez	Anch	Ojeda	Guardo	Barruelo	Henarejos	Valderrueda	Sabero	La Magdalena	Malpás	Ciñera-Matallana	Puertollano	Villablino	Tineo
Formas																
<i>typica</i>				+												
<i>Schlotheimi</i>			+		+	+	+									
<i>fuliginosa</i>														+		
<i>densifolia</i>								+								
<i>caducifolia</i>											+					

Distribución geográfica y stratigráfica de las formas de *Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brongniart.

En primer lugar hay que anotar que aún cuando autores tan prestigiosos como JONGMANS (1951, p. 11); BOUREAU (1964, p. 159) o GREBER (1965, p. 99) estimen que existe una diferencia de distribución estratigráfica entre la forma *typica*, a la que consideran más común en el Westfaliense, y la forma *schlotheimi*, propia del Estefaniense, según lo que hemos podido observar en los yacimientos españoles, no existe tal diferenciación, encontrándonos, incluso, que la forma *typica* es más frecuente en el Estefaniense, mientras que la forma *schlotheimi* presenta una distribución estratigráfica coincidente con la dada para la especie, ya que ha sido encontrada desde el Westfaliense B de Bélmez al Estefaniense C de Tineo. Por tanto, creemos que no existe una separación de ambas formas si sólo se tiene en cuenta su rango estratigráfico. No obstante, ésta se puede realizar desde el punto de vista morfológico y también hay que resaltar el hecho de que solamente en tres, de los quince yacimientos estudiados, se encuentran juntas, y que éstos sean de nivel Estefaniense; lo que podría suponer que existieran implicaciones de tipo ecológico.

La nueva forma *densifolia*, se presenta únicamente en la localidad marcada como He4 por MELÉNDEZ, TALENS et al. (1983) en Henarejos (Cuenca) y datada como Estefaniense A. De nivel Estefaniense es también el yacimiento de Gard (Francia), lugar del que procedían los holotipos de la especie creada por GRAND'EURY. En el yacimiento español se encuentra acompañada por la forma *typica*.

Los ejemplares de la forma *fuliginosa* han sido hallados en el Estefaniense B-C de Puertollano (Ciudad Real), junto con la forma *Schlotheimi*; mientras que la forma *caducifolia* se encuentra en el Estefaniense B de La Magdalena (León), junto a representantes de las formas *schlotheimi* y *typica*. Esta distribución les daría mayor valor estratigráfico, en el caso de nuevos hallazgos en otros yacimientos de sus niveles correspondientes, pero por el momento tenemos que considerar a estas nuevas formas como endemismos de los yacimientos citados.

Desde el punto de vista paleosinecológico, encontramos que las formas *typica* y *schlotheimi* parecen excluirse mutuamente, con la excepción, ya indicada de los yacimientos de La Magdalena, Ciñera-Matallana y Villablina, y que se constituyen las agrupaciones: *typica-densifolia*; *typica-ca-*

ducifolia-schlotheimi y *schlotheimi-fuliginosa*, no hallándose, en ningún caso, la agrupación de la nueva combinación con cualquiera de las nuevas formas ni de éstas entre sí.

De todo lo expuesto, se infiere una neta separación entre las formas y nueva combinación propuestas, tanto por sus rasgos morfológicos como por su rango estratigráfico y paleoecología.

BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT, M. L.: *The american species of Asterophyllites, Annularia and Sphenophyllum*. Bull. Amer. Paleont., XXXVIII, 74, pp. 289-390 (1958).
- ALVAREZ RAMIS, C., y DOUBINGER, J.: *Flore houiller de Tineo (Asturies)*. Acad. Sc. Paris, 259, pp. 1883-1887 (1964).
- BOUREAU, E.: *Traité de Paléobotanique*. T. III, Masson Ed., 544 pp., París (1964).
- BRONGNIART, A.: *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles*. F. G. Levrault, 233 pp., París (1828).
- BUREAU, M. E.: *Bassin de la Basse Loire, II, Description de flores fossiles*. Etud. Git. Min. France, pp. 1-417 (1914).
- CROOKALL, R.: *Fossil plants of Carboniferous rocks of Great Britain, 2 Sect. Mem. Geol. Surv. Great Britain, vol. IV, Pt. 5, pp. 573-789 (1969)*.
- ETTINGSHAUSEN, C. VON: *Die steinkohlenflora von Stradonitz*. Abhand. K. K. Geol. Reichsans., IBd., Abth., 3, núm. 4 (1852).
- GEINITZ, H. B.: *Die versteinerungen der steinkohlenformation in Sachsen (in fol.)*, 61 pp., Leipzig (1855).
- GREBER, C.: *Flore et stratigraphie du Carbonifère des Alpes françaises*. Mem. B. R. G. M., 21, pp. 1-380 (1965).
- GRAND'EURY, C.: *Flore carbonifère du Département de la Loire et du Centre de France*. 1 pt., Imp. National, 384 pp., París (1877).
- JONGMANS, W. J.: *Anleitung zur bestimmung der Karbonpflanzen West-Europas, I Bd. Meded. Rijksosps. Delt.*, 3, pp. 1-482 (1911).
- JONGMANS, W. J.: *Mitteilungen zur Karbonflora der Schweiz, I. Eclogae Geol. Helv.*, 43, 2, pp. 95-104 (1951).
- JONGMANS, W. J. & KUKUK, P.: *Die Calamariaceen des Rheinisch-Westphälischen kohlenbeckens*. Meded. Rijks Herbarium, 200, Leiden, pp. 1-89 (1913).
- MELÉNDEZ, B.; TALENS, J.; FONOLLA, F., y ALVAREZ RAMIS, C.: *Las cuencas carboníferas del Sector central de la Cordillera Ibérica (Henarejos y Montalbán)*. In Martínez Díaz (Coord.): *Carbonífero y Pérmico de España*. X Congr. Int. Estrat. Geol. Carb., IGME, pp. 209-220 (1983).
- STOCKMANS, F.; WILLIERE, Y.; con la colaboración de C. DE LA VEGA: *Documents paléobotaniques pour l'étude du Houiller dans le Nord-Ouest de l'Espagne*. Mem. Inst. Royal Sci. Nat. Belgique, 2 Ser., 79, pp. 1-92 (1965).
- RENAULT, B.: *Cours de Botanique Fossile*. T. 2, G. Masson Ed., 192 pp., París (1887).
- ZEILLER, R.: *Flore fossile de Bassin Houiller des Valenciennes*. Etud. Gites Min. France, pp. 1-731 (1886-1888).

Análisis sedimentológico y descripción de las secuencias deposicionales del Neógeno postorogénico de Mallorca

Por A. SIMO (*) y RAMON (**)



RESUMEN

El Neógeno postorogénico (Serravaliense-Plioceno) ocupa una extensa zona en la costa y centro de la isla de Mallorca, rodeando los relieves formados por los materiales estructurados. A excepción de los extraordinarios afloramientos de los acantilados al sur de la Isla, la mayoría de los materiales están cubiertos por sedimentos más modernos, por lo que para conocer su estratigrafía es necesario un estudio del subsuelo. En este trabajo se describe la serie estratigráfica del Neógeno postorogénico de la isla de Mallorca en base a la correlación de unos 300 sondeos de testigo continuo y observaciones de campo y se analiza secuencialmente.

Se ha dividido la serie sedimentaria en tres secuencias deposicionales (sq.) de orden mayor, que a su vez, se han subdividido en otras de orden menor:

1) Secuencia TM. 2 (Serravaliense-Tortonense) localizada en cuencas internas subsidentes con potencias, en el centro de las cuencas, de 500 m., acunándose rápidamente hacia los relieves estructurados. Internamente, se diferencian dos secuencias menores: una inferior (TM. 2.1, sq. de Manacor) de carácter carbonatado marino, limitada en la base y techo por conglomerados no marinos; y una superior (TM. 2.2, sq. de St. Margarita) de carácter lagunar expansiva respecto a la anterior, en la que alternan arcillas, yesos, conglomerados y calizas lacustres.

2) Secuencia TM. 3 (Tortonense-Messiniense) de carácter carbonático marino. Forma una plataforma extensiva sobre materiales más antiguos. Con el tiempo, la sedimentación marina se desplaza del centro a la costa de la Isla. Internamente se diferencian tres secuencias menores: una inferior (TM. 3.1, sq. Cala Pi) de unos 210 m. de potencia de calizas con *Heterostegina*, algas rodofíceas y corales; una intermedia (TM. 3.2, sq. Cabo Blanco) depositada en los márgenes de las Cuencas de Palma y La Pobra, con una secuencia somerizante (200 m. de potencia media) en facies de talud arrecifal y arrecife; y una superior (TM. 3.3, sq. Santanyi) limitada en la base por una superficie de karstificación, presenta en el margen una sedimentación cíclica expansiva de grainstones oolíticos y estromatolitos, y en la cuenca una alternancia de diatomitas, sapropelas y arcillas.

3) Secuencia TP. (Plioceno) con una potencia de unos 350 m. de sedimentos marinos mixtos terrígenos-carbonatados. Depositada en las Cuencas de Palma y La Pobra y en una franja en el centro de la Isla entre ambas. Su límite inferior corresponde a una etapa de fracturación y fuerte erosión. Se diferencia una secuencia inferior (TP. 1, sq. Son Mir) de carácter detrítico arcilloso, localizada en las cuencas; y una secuencia superior (TP. 2, sq. St. Jordi-Buger) expansiva sobre la anterior de carácter detrítico carbonatado.

Los límites secuenciales y geometría de las secuencias deposicionales están controlados en un primer estadio (TM. 2) por la evolución tectónica del área y con posterioridad (TM. 3 y TP.) por cambios relativos del nivel del mar y relleno sedimentario de las cuencas.

ABSTRACT

The post-orogenic Upper-Neogene (Serravallian Pliocene) covers extensive areas in the interior and coast of Mallorca Island, overlapping the structural highs. Most of these sediments are overlain by younger deposits, so to understand the stratigraphic section it is necessary to study the subsurface deposits. On the basis of field observation and correlation of 300 onshore wells, a general stratigraphic section was synthesized and basin depositional sequences were analyzed.

Three main depositional sequences (sq.) have been recognized:

1) A lowermost sequence (TM. 2, Serravallian-Tortonian) recorded in interior subsidence basins. Thickness in the basin center is about 500 m. and wedges to on against the margin. There are two minor depositional sequences: a lower marine unit (TM. 2.1, Manacor sq.) composed of cemented bioclastic limestones that is bounded by nonma-

(*) Consultor Compañía General de Sondeos, S. A. (C. G. S.).

(**) Compañía General de Sondeos, S. A. (C. G. S.).

rine conglomerates, and an upper lagoonal one (TM. 2.2, St. Margarita sq.) which covers a wide area and is characterized by shales, gypsum, conglomerates and lacustrine limestones.

2) An intermediate sequence (TM. 3, Tortonian-Messinian) corresponding to an extensive marine carbonate platform, extensive over older deposits. With time, marine sedimentation ceased on the interior and slowly migrated outward to the coastal areas. There are three minor depositional sequences: a lower (TM. 3.1, Cala Pi sq.) 210 m. thick limestone with *Heterostegina*, red algae and coral that was deposited in the interior and coast of the Islands; an intermediate sequences (TM. 3.2, Cabo Blanco sq.) which shows a reefal shoaling upward sequence (200 m. thick) fringing Palma and La Pobra basins; and an upper one (TM.=3.3; Santanyi sq.) that overlies a surface of subaerial exposure as evidenced by extensive karstification. Cyclic layers of oolitic grainstones and stromatolites characterized the lithologies of the margin where as alternations of diatomites, sapropels and shales typify the basin.

3) And upper sequence (TP., Pliocene) of mixed marine terrigenous-carbonate sediments (average thickness is 350 m.) deposited both in and between La Pobra and Palma basins; normal faulting and submarine erosion characterize the lower boundary, there are two minor sequences: a lower one (TP. 1, Son Mir sq.) of marls and shales localized in the basins and onlapping deposits of different sequences, and an upper sequence (TP. 2, St. Jordi-Buger) of calcarenites and conglomerates than cover a wide area.

The boundary of the sequences (global unconformities) and depositional sequences geometries are controlled in a first stage (TM. 2) by the tectonic evolution of the area, and in the last stage (TM. 3 and TP.) by relative sea level changes and sedimentary basin filling.

INTRODUCCION

El Neógeno postorogénico de la isla de Mallorca ha sido objeto de estudio con anterioridad por varios autores, entre otros: FALLOT (1922); COLOM (1956); COLOM y ESCANDELL (1959); OLIVEROS et al. (1960); COLOM (1967); GARCÍA YAGÜE (1968); ESTEBAN et al. (1976); BARÓN (1976); POMAR (1976 y 1979); COLOM (1980); RODRÍGUEZ-PEREA (1981); ESQUIZABAL (1982); POMAR et al. (1983); RODRÍGUEZ-PEREA (1984a); ALVARO et al. (1984).

Desde 1980 se realizaron, tanto desde el punto de vista estratigráfico como paleontológico, estudios por parte de IGME-CGS, para el Proyecto de MAGNA (1980-1983). En las Memorias explicativas de estas Hojas se describieron la Estratigrafía, Paleontología, Sedimentología y posición estructural del Neógeno, quedando resumido en ALVARO et al. (1984).

Paralelamente se realizaron trabajos de subsuelo con el estudio de 300 sondeos (particulares), de testigo continuo, para captación de agua, con el objetivo de estudiar los materiales postorogénicos de los llanos de la zona central de la isla (SIMÓ, 1982; FORNOS, 1982; SIMÓ y RAMON, 1983). Para completar el estudio se han efectuado perfiles de reflexión.

La información recopilada en la etapa 1975-1984, permite establecer una ordenación de secuencias deposicionales (en sentido de VAIL et al., 1977) en el Neógeno.

El carácter secuencial está condicionado por la presencia de discontinuidades, reconocidas en los afloramientos y subsuelo.

SITUACION GEOLOGICA

La estructura de las Islas Baleares es de tipo Alpino, forma parte de la prolongación Nord-Oriental de las Cordilleras Béticas. Estructuralmente, la Isla de Mallorca consta de dos sistemas montañosos (Sierra Norte y Sierra de Levante), separados por un llano o Llano Central. Las sierras están formadas por materiales del Mesozoico y base del Neógeno deformados. El Llano Central, por cubetas del Neógeno Superior y Plioceno, que se sitúan en *onlap* sobre el substrato deformado.

El Mesozoico y Eoceno se caracterizan por tener la cuenca sedimentaria abierta hacia el SSE y SE. El Oligoceno Superior continental, se caracteriza por estar dispuesto fosilizando pliegues (ALVARO et al., 1984). El Neógeno basal muestra una paleogeografía en archipiélago. El Burdigaliense Superior presenta ya el sentido de apertura de la cuenca hacia el NO, quedando colapsada por la fase de estructuración Langhiense, que estructura toda la Isla. El sentido de apertura de la cuenca sedimentaria durante el Mesozoico y Paleógeno es hacia el SSE, entre el Oligoceno Superior y Burdigaliense Inferior pasa a ser hacia el NO, invirtiéndose la cuenca por causas tectónicas.

Toda la sedimentación del Neógeno Inferior está controlada por este hecho. Estos cambios se relacionan con la apertura del Golfo de Valencia (ver HINZ, 1973; HSÜ y RYAN, 1973; MONTADERT et al., 1978). Otros ejemplos de inversiones de cuenca han sido descritos por KINGSTON et al. (1983) y ZIEGEL (1985).

El Neógeno se divide clásicamente en preoro-

génico (Aquitaniense a Langhiense) y postorogénico (Serravaliense a Plioceno). En el Neógeno preorogénico queda reflejado el cambio de sentido de la apertura de la cuenca. El Neógeno postorogénico se caracteriza por una sedimentación, entre los relieves del NO (Serra Nord) y el SE (Serra de Llevant) de la Isla, en cuencas internas que evolucionan a plataformas (fig. 1). Tectónica distensiva y cambios relativos del nivel del mar controlan los límites secuenciales.

SECUENCIAS DEPOSICIONALES

La estratigrafía del Neógeno de Mallorca está bien conocida a partir de los trabajos de BARÓN y POMAR (1978), POMAR et al. (1983), ALVARO et al. (1984) y SIMÓ (1985, en prensa). En los dos pri-

meros trabajos mencionados (op. cit.) se definen una serie de unidades litoestratigráficas, sus relaciones laterales y en los casos que corresponde, las discontinuidades sedimentarias. El tercer trabajo (op. cit.), agrupa diferentes unidades litológicas en secuencias deposicionales limitadas por discontinuidades sedimentarias, dándole el nombre de la litología dominante. En el trabajo de SIMÓ (1985, en prensa), se reconocen cinco macrosecuencias deposicionales (TM. 0; TM. 1; TM. 2; TM. 3; TP.), separadas por disconformidades mayores (D. 1; D. 2; D. 3; D. 4; D. 5). Destaca la D. 2 que corresponde a la compresión Langhiense y que divide la serie estratigráfica en sedimentos pre, TM. 0, TM. 1 y postorogénicos. En este artículo se utilizan las secuencias deposicionales definidas en SIMÓ (1985, en prensa), haciendo referencia tan sólo al Neógeno postorogénico (secuencias TM. 2, TM. 3 y TP.). Figuras 2 y 3.

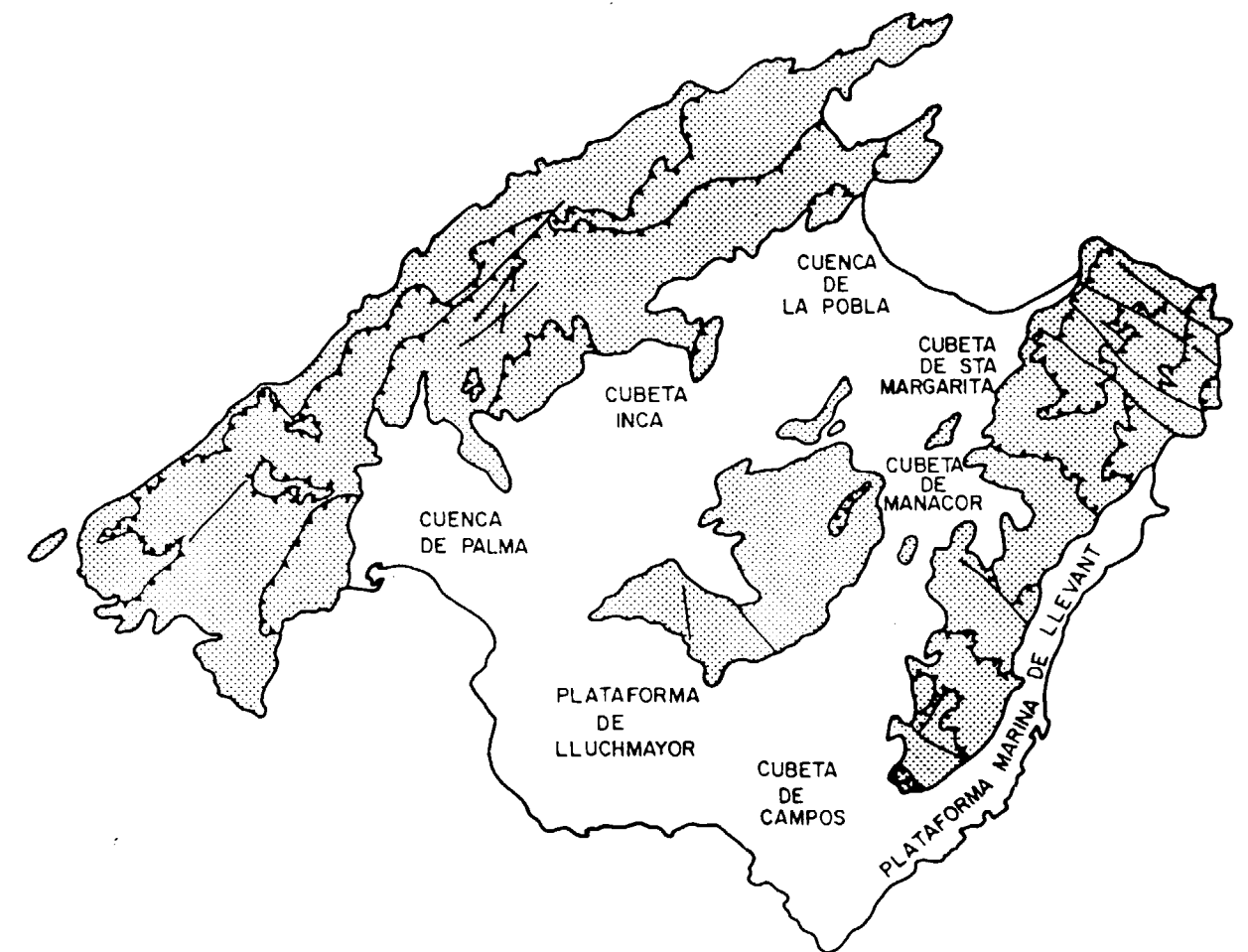
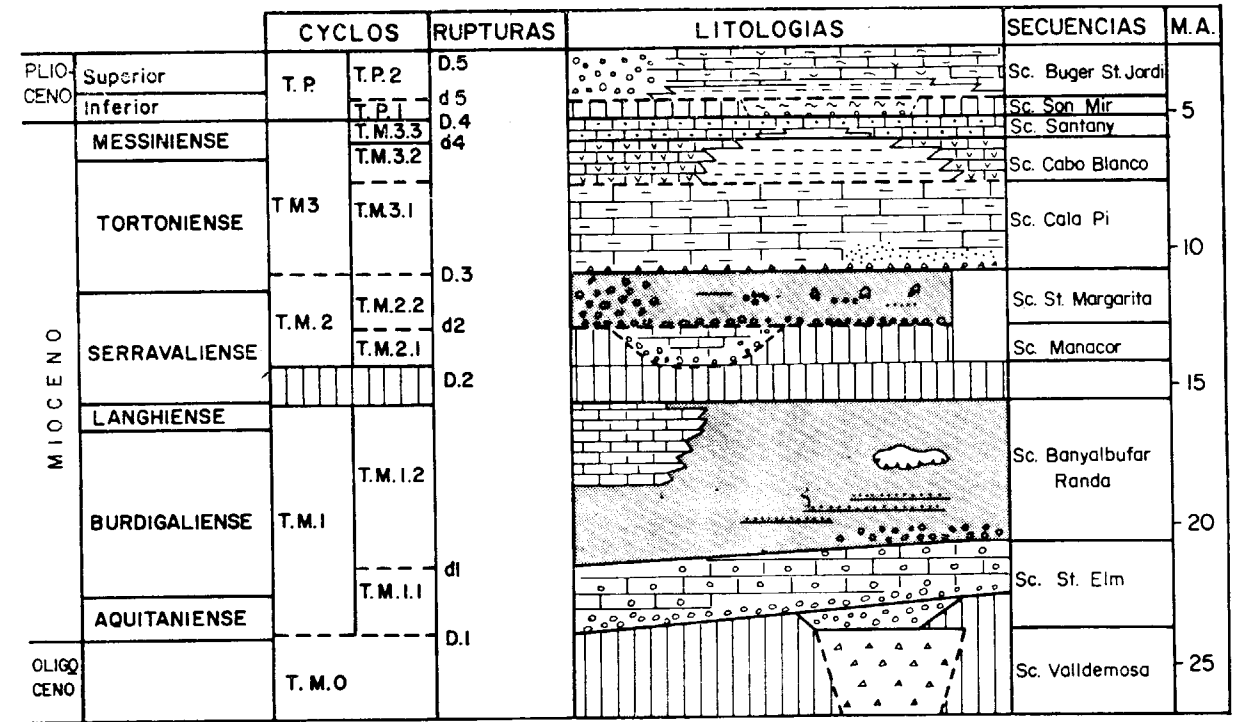


Figura 1.—Plataformas, cubetas y cuencas postorogénicas de la isla de Mallorca.

SECUENCIAS	PRESENTES TRABAJOS		OTROS	POMAR ET AL. 1983 a	ALVARO ET AL. 1984	RODRIGUEZ-PEREIRA, 1984.	MIOCENO
	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS					
TP2	Conglomerados de Bugarra	Calcarenitas de St. Jordi y calcisilitas	Margas con Amussium	Calcareni. de Jordi	Unidad erosional Pliocena		MESSINIENSE
TPI	Margas con Amussium		Margas con Amussium	Calcsil. de S. Mir	Complejo Terminal Plioceno		TORTONIENSE
TM33	Complejo evaporítico de Santanyi		Calizas Pont D'Inca	Calizas de Santanyi			SERRAVALIENSE
TM32	Margas de Bonanova		Margas ocres	Margas Bonanova			LANGHIENSE
TM31	Complejo arrecifal de Cabo Blanco		Calcsilitas	Unidad Arrecifal	Capa de Heterostegina, Complejo Arrecifal		BURDIGALIENSE
TM22	Unidad carbonática de Cala Pi y Capa de Heterostegina		Heterostegina	Calizas con Heterostegina			AQUITANIENSE
TM21	Caliza de San Verdura		Burdigaliense Superior lacustre (Ojiveros et al. 1966)	Calizas S. Verdura	Margas con Yesos		
TM12	Margas con yesos y Conglomerados de St. Margarita		Burdigaliense Superior lacustre (Ojiveros et al. 1966)	Margas de Pina	Unidad carbonática Serravaliense		
TM11	Unidad carbonática de Manacor		C. Randa (Esquirol, 1882)	Calizas de Randa	Unidad turbidítica a-carbonática		
TMO	Caliza de Randa		Burdigaliense marino (Colom, 1966)	Unidad turbidítica de Banyalbufar y Randa	Unidad de conglomerados y calizas		
	Fm. Turbiditas de Banyalbufar (Rodríguez-Perea, 1984)		Margas con Alcaena (Bourrouilh, 1973)	Unidad calcarenítica de St. Elm	Unidad de brechas negras y olistolitos.		
	Fm. Calcarenitas de St. Elm (Rodríguez-Perea, 1984)		Capa con Clypeaster (Fallot, 1922)	Unidad calcarenítica de St. Elm			
	Unidad Roja Inferior						
	Brechas negras y olistolitos alldemosa-Sa Calobra.						

Figura 2.—Unidades estratigráficas del Neógeno de la isla de Mallorca, correlación de la nomenclatura utilizada por diversos autores. En SIMÓ (1985). En prensa.



- Calizas arrecifales
- Calcisilitas con Heterostegina
- Margas con yesos y conglomerados
- Calcarenitas
- Turbiditas
- Calcarenitas y conglomerados
- Conglomerados y arcillas rojas
- Brechas y olistones

Figura 3.—Esquema de litofacias y secuencias deposicionales del Neógeno de la isla de Mallorca. En SIMÓ (1985). En prensa.

Secuencia TM. 2

Los primeros sedimentos postectónicos de la Isla, corresponden a carbonatos marinos y arcillas

lagunares, localizadas en cuencas internas subsidentes. La sedimentación es expansiva y se sitúa en *onlap* sobre los relieves formados por

los materiales estructurados. Todo el conjunto está afectado por una etapa (Serravaliense-Tortoniense) que produce pliegues y abombamientos de gran radio (ALVARO et al., 1984).

Se diferencian dos secuencias deposicionales de menor rango:

TM. 2.1. Secuencia carbonática de Manacor

Descrita por primera vez en SIMÓ y RAMON (1983) (fig. 4); corresponde a la unidad carbonática Serravaliense, en ALVARO et al. (1984) (fig. 2). Se corresponde en parte a las calizas de Son Talent (BARÓN y POMAR, 1978). Por la posición en

la columna estratigráfica general y presencia de *Orbulina* y *Heterostegina*, se atribuye al Serravaliense. Litológicamente corresponde a calizas marinas de textura *Wackestone a Grainstone* y como componentes más abundantes, fragmentos y púas de equínido, rodofíceas, bivalvos, gasterópodos, briozoos, *Dentalium*, *Lithothamnium*, foraminíferos, balanus, Ostrácodos (*Rotalia*, *Amphistegina*, *Heterosteginas*, *Orbulinas*, *Operculinas*, *Globigerinoides*).

La secuencia estratigráfica consta de unos conglomerados basales mal clasificados, que gradan, con una tendencia granodecreciente (5-12 cm. a 2-7 centímetros), a conglomerados bien seleccionados,

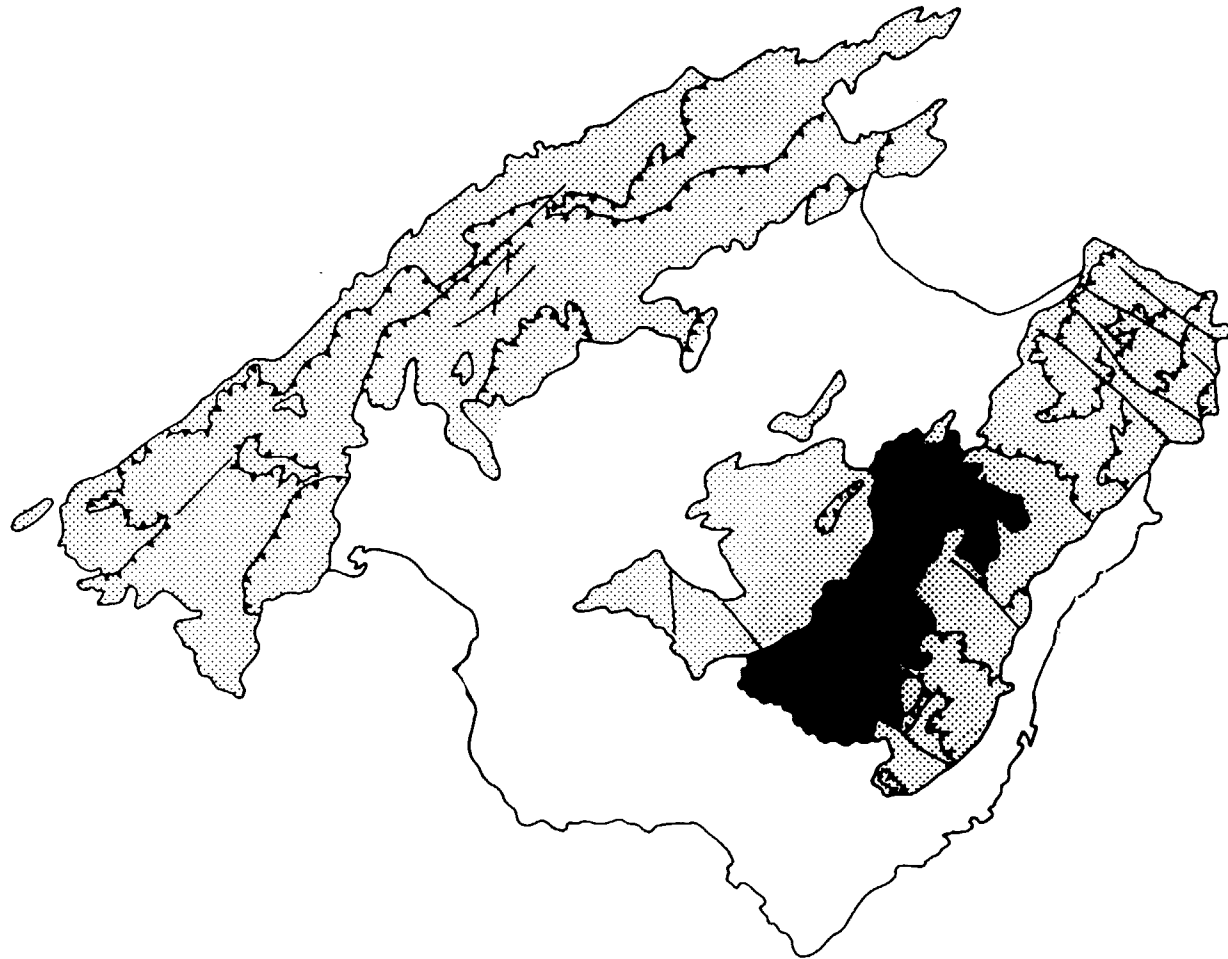


Figura 4.—Área de deposición de la secuencia de Manacor (TM. 2.1).

la matriz pasa de arcilla roja a calcilutita. El conjunto pasa a un tramo carbonatado calcilutítico con pasadas de cantos pulidos (0,5 a 1 cm. Ø) en matriz *Wackestone-packstone* de púas de equínidos. El conjunto pasa progresivamente a calcarenitas masivas de tamaño arena muy gruesa a fina y textura *packstone-grainstone*. El techo de la serie está truncado por conglomerados con base erosiva. Se sitúa en una cuenca interna subsidente (14 Km. de ancho por 30 Km. de largo), sobre un substrato deformado y fracturado, la potencia máxima medida es de 170 m. Por otra parte, presenta un estadio inicial con sedimentación no marina que recubre la topografía de la cuenca y un estadio final con sedimentación carbonatada marina. La sedimentación de la siguiente secuencia erosiona esta unidad. La evolución sedimen-

taria es expansiva, con un centro de cuenca potente que hacia los bordes se acuña e interfiere con sedimentos terrígenos retrabajados.

TM. 2.2. Secuencia Santa Margarita

Descrita ampliamente en OLIVEROS et al. (1960); POMAR et al. (1983); SIMÓ (1982); SIMÓ y RAMÓN (1983); ALVARO et al. (1984). Corresponde a la unidad «Burdigaliense Superior salobre-lacustre» de OLIVEROS et al. (1960); a las «calizas de Son Verdadera, Margas de pina y limos de Manacor», de POMAR et al. (1983a), y a la unidad de «Margas con yesos» de ALVARO et al. (1984) (fig. 2). Aflora y se ha estudiado en sondeo, en las cubetas neógenas postorogénicas del Llano Central (fig. 5). Por

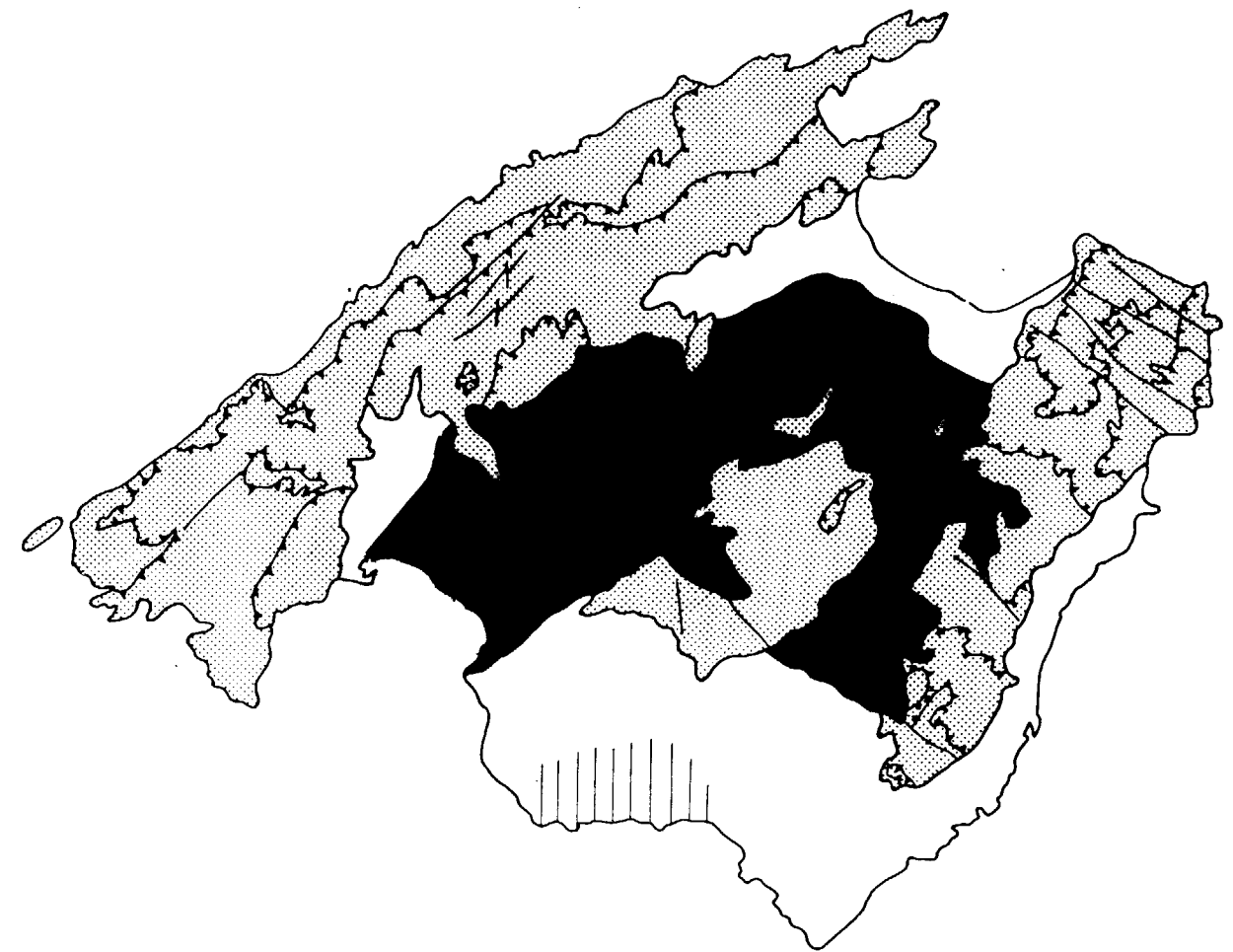


Figura 5.—Área de deposición de la secuencia de Sta. Margarita (TM. 2.2).

su litología arcillosa, los afloramientos suelen ser de mala calidad. La sucesión estratigráfica que se describe está basada en el estudio de sondeos (SIMÓ, 1982; SIMÓ y RAMÓN, 1983). La secuencia de Sta. Margarita erosiona a la anterior y se sitúa expansivamente sobre el substrato deformado. Su potencia es variable, reflejo de una topografía preexistente y de una mayor subsidencia relativa en el centro de las cuencas. Los máximos observados, en las cuencas internas de Sta. Margarita, Palma, Inca y La Poblá, son de 320 m. (OLIVEROS et al., 1960). La edad de la secuencia es difícil de concretar debido al carácter lagunar de los sedimentos y la escasa fauna encontrada, así como a la abundante fauna resedimentada del Cretácico y Burdigaliense. Su posición estratigráfica entre términos Serravalienses (secuencia TM. 2.1) y Tortoniense (TM. 3.1), sugiere una edad Serravaliense Superior (?) a Tortoniense Inferior (?).

— Unidades litoestratigráficas

Se diferencian tres unidades:

- A) Conglomerados y arenas.
- B) Arcillas con yesos.
- C) Calizas lacustres.

A) Conglomerados y arenas

Localizados en la base e intercalados en las series. Los conglomerados son masivos, con fábrica soportada por los cantos y matriz de arenas mal clasificadas, y con tonalidades rosas. El diámetro de los cantos es de 3-7 cm., y un máximo de 30 cm. Proviene de la erosión de las arcillas con conglomerados de la secuencia Banyalbufar-Randa (Burdigaliense-Langhiense), ya que se observan algunos cantos paleozoicos. Se interpretan como canales fluviales. En la base de la serie están aislados.

B) Arcillas con yesos

Corresponden volumétricamente a la parte más importante de la secuencia. Presentan diferentes litofacies:

- Alternancia de gypsarenitas con restos de carbón y margas.
- Yesos en empalizada.
- Margas grises con yesos intersticiales.

- Yesos lenticulares en lámina (fig. 6).
- Arcillas con lignitos y nódulos de sílex.
- Carbonatos.

El conjunto de litofacies descritas se interpretan como pertenecientes a un medio lagunar-evaporítico, en el que se diferencia un área por debajo de la lámina de agua (freático) con gypsarenitas y yesos en empalizada; una zona por encima de la lámina de agua (vadoso) con yesos intersticiales y arcillas con lignitos y sílex y carbonatos; y una zona de interfase vadoso/freático con yesos lenticulares en lámina.

C) Calizas lacustres

Corresponden a las calizas de Son Verdera (BARÓN y POMAR, 1978; POMAR et al., 1983a). Su potencia media es de 4 m. y está localizada al techo de la secuencia siendo el término más expansivo. Está bien estratificada en bancos de 12 cm. con niveles de laminación interna y acumulación de gasterópodos y Ostrácodos.

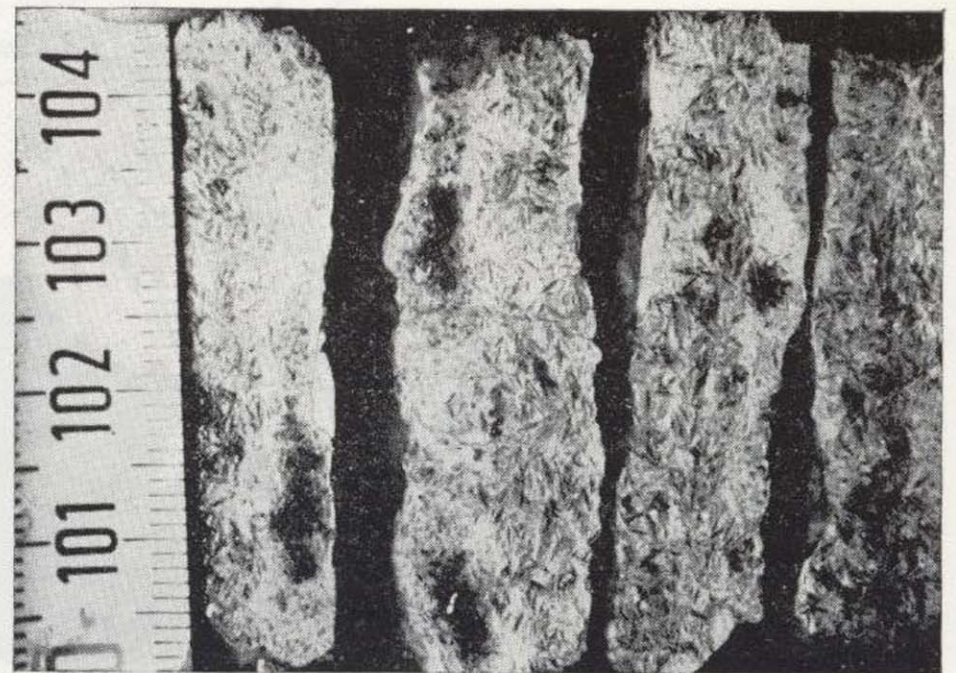


Figura 6. (Foto).—Fábrica de yesos lenticulares.

Evolutivamente se diferencian los siguientes estadios:

- 1) Descenso del nivel del mar con reactivación de la erosión de los macizos próximos y erosión de la secuencia precedente por facies fluviales amalgamadas.
- 2) Instalación de un medio lagunar evaporítico con acreción vertical y expansión de la cuenca.

su litología arcillosa, los afloramientos suelen ser de mala calidad. La sucesión estratigráfica que se describe está basada en el estudio de sondeos (SIMÓ, 1982; SIMÓ y RAMÓN, 1983). La secuencia de Sta. Margarita erosiona a la anterior y se sitúa expansivamente sobre el substrato deformado. Su potencia es variable, reflejo de una topografía preexistente y de una mayor subsidencia relativa en el centro de las cuencas. Los máximos observados, en las cuencas internas de Sta. Margarita, Palma, Inca y La Pobra, son de 320 m. (OLIVEROS et al., 1960). La edad de la secuencia es difícil de concretar debido al carácter lagunar de los sedimentos y la escasa fauna encontrada, así como a la abundante fauna resedimentada del Cretácico y Burdigaliense. Su posición estratigráfica entre términos Serravalienses (secuencia TM. 2.1) y Tortoniense (TM. 3.1), sugiere una edad Serravaliense Superior (?) a Tortoniense Inferior (?).

— Unidades litoestratigráficas

Se diferencian tres unidades:

- Conglomerados y arenas.
- Arcillas con yesos.
- Calizas lacustres.

A) Conglomerados y arenas

Localizados en la base e intercalados en las series. Los conglomerados son masivos, con fábrica soportada por los cantos y matriz de arenas mal clasificadas, y con tonalidades rosas. El diámetro de los cantos es de 3-7 cm., y un máximo de 30 cm. Proviene de la erosión de las arcillas con conglomerados de la secuencia Banyalbufar-Randa (Burdigaliense-Langhiense), ya que se observan algunos cantos paleozoicos. Se interpretan como canales fluviales. En la base de la serie están aislados.

B) Arcillas con yesos

Corresponden volumétricamente a la parte más importante de la secuencia. Presentan diferentes litofacies:

- Alternancia de gypsarenitas con restos de carbón y margas.
- Yesos en empalizada.
- Margas grises con yesos intersticiales.

- Yesos lenticulares en lámina (fig. 6).
- Arcillas con lignitos y nódulos de sílex.
- Carbonatos.

El conjunto de litofacies descritas se interpretan como pertenecientes a un medio lagunar-evaporítico, en el que se diferencia un área por debajo de la lámina de agua (freático) con gypsarenitas y yesos en empalizada; una zona por encima de la lámina de agua (vadoso) con yesos intersticiales y arcillas con lignitos y sílex y carbonatos; y una zona de interfase vadoso/freático con yesos lenticulares en lámina.

C) Calizas lacustres

Corresponden a las calizas de Son Verdera (BARÓN y POMAR, 1978; POMAR et al., 1983a). Su potencia media es de 4 m. y está localizada al techo de la secuencia siendo el término más expansivo. Está bien estratificada en bancos de 12 cm. con niveles de laminación interna y acumulación de gasterópodos y Ostrácodos.



Figura 6. (Foto).—Fábrica de yesos lenticulares.

Evolutivamente se diferencian los siguientes estadios:

- Descenso del nivel del mar con reactivación de la erosión de los macizos próximos y erosión de la secuencia precedente por facies fluviales amalgamadas.
- Instalación de un medio lagunar evaporítico con acreción vertical y expansión de la cuenca.

- Instalación de un extenso lago con deposición de calizas lacustres bien estratificadas.

El modelo deposicional para el estadio intermedio corresponde a una cuenca evaporítica caracterizada por la única precipitación de yeso y por la presencia de un extenso «mud flat» evaporítico (fig. 7). El modelo propuesto (SIMÓ, 1982; ALVARO et al., 1984) presenta un área supramareal con deposición de arcillas, canales conglomeráticos aislados y lagunas con formación de lignitos y travertinos; y un área submareal poco profunda con deposición de arcillas, gypsarenitas y yesos en empalizada. Entre ambas zonas existiría un extenso «mud flat» evaporítico con arcillas, yesos intersticiales, yesos en lámina y lignitos. La deposición de yesos se realizaría por debajo de la lámina de agua (modelo «drawdown» de MACKLEM, 1971). Co-

rrientes retrabajarían el «mud flat», erosionándolo y transportando los yesos lenticulares y lignitos en forma de gypsarenitas en la cuenca. Ejemplos con una dinámica parecida son los de Sicilia (HARDIE y EUGTER, 1971) y Vecia di Gesso (VAI y RICCI LUCCHI, 1978). Por otra parte, la única presencia de yesos podría ser debida a:

- Un continuo aporte de agua dulce que evitaría la precipitación de evaporitas más solubles o,
- las aguas no estarían lo suficientemente restringidas como para permitir la precipitación de sales. No se descarta la posibilidad de que el agua meteórica que entra en la cuenca esté cargada en sulfuros (ej., ORTÍ et al., 1979). La evolución de la secuencia general sugiere una colmatación de la cuenca con homogeneización del medio sedimentario.

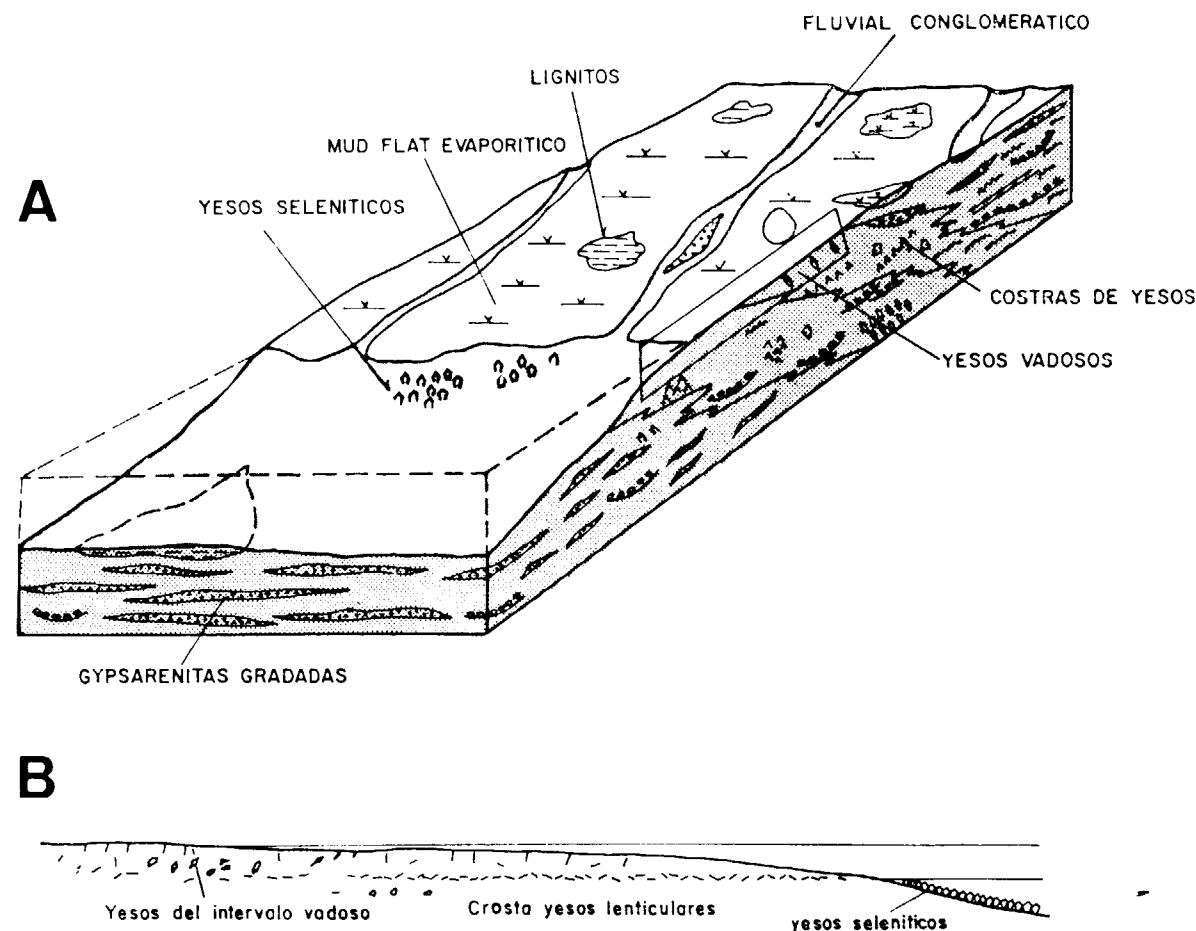


Figura 7.—Modelo deposicional de la secuencia de Sta. Margarita (TM. 2.2). (A) Modelo general; (B) distribución de los yesos (tidal flat evaporítico), ver localización del corte en (A).

Secuencia TM. 3

Corresponde a la secuencia carbonatada del Mioceno Superior. Aflora extensamente en la costa y ha sido estudiada en el interior mediante numerosos sondeos. Por sus características de afloramiento y situación estratigráfica, ha sido descrita en detalle por numerosos autores (GARCÍA YAGÜE et al., 1968; COLOM, 1975; ESTEBAN et al., 1977-1978; ESTEBAN, 1979-1980; SIMÓ, 1982; SIMÓ y RAMÓN, 1983; POMAR et al., 1983 a y c; FORNÓS, 1983; FORNÓS y POMAR, 1983; ALVARO et al., 1984). Se depositó, fosilizando los relieves estructurados, en cubetas internas y plataformas externas. La sedimentación evolucionó ocupando en primer lugar todas las zonas internas y externas de la isla, con el tiempo, se fue retirando a la periferia (fig. 8). El límite inferior de la secuencia corresponde a brechas, arenas y limolitas que evolucionan a calizas marinas. Se disponen expansivamente y discordantemente sobre las secuencias anteriores, el Mesozoico y el Paleozoico. Su edad es Tortonense Inferior. El límite superior corresponde a una etapa de fracturación y erosión por encajamiento que está asociado a la «Crisis de Salinidad» (Hsü et al., 1973) y posterior subsidencia (STANLEY et al., 1974), su edad cabalga el límite Mio-Plioceno.

Se diferencian tres secuencias menores en función de superficies de erosión de carácter regional reconocibles y de la evolución sedimentaria de la Isla.

TM. 3.1. Secuencia de Cala Pi

La secuencia de Cala Pi (TM. 3.1) (fig. 8) corresponde a la parte inferior de las «Calcsiltitas con Heterosteginas» (GARCÍA YAGÜE et al., 1968); «Calizas con Heterosteginas» y parte inferior de la «Unidad Arrecifal» («Complejo de Cala Pi», POMAR et al., 1983a); parte del «Complejo Arrecifal» (ESTEBAN, 1979-1980); «Calcsiltitas con Heterostegina» (POMAR et al., 1983c); y a la «Capa de Heterostegina» y parte inferior del «Complejo Arrecifal» (ALVARO et al., 1984) (fig. 2).

La litología dominante es calizas bioconstruidas y calcsiltitas (Portals-Vells, Inca, Manacor-Santa Margarita, Marina de Llevant, Cala Pi), y esporádicamente arenas y conglomerados (en sondeos). Su potencia es muy variable, desde cerca de 210 metros a escasas decenas de metros. Su edad es Tortonense, encajando en la zona N. 16 de Blow,

un listado faunístico puede obtenerse en ALVARO et al. (1984).

La secuencia se sitúa expansivamente sobre las secuencias anteriores y el Mesozoico, extendiéndose por las cubetas internas relictas de la secuencia TM. 2, y sobre los relieves de la periferia de la Isla. En las cubetas internas, su potencia es reducida, mientras que en las plataformas subsidentes que bordean la Isla, directamente conectada con el mar, adquiere importancia y desarrollo.

El resultado de la comparación de los afloramientos de campo con los datos de sondeo ha permitido realizar esquemas paleogeográficos en los que se observa claramente una paleogeografía (para TM. 3.1) extensiva en toda la Isla y su evolución hacia la periferia en donde se ve erosionada y onlapada por una secuencia carbonatada marina superior (fig. 9).

— Unidades litoestratigráficas

* Arenas mixto terrígeno-carbonatado:

43 metros de arenas bioclásticas, de tamaño arena gruesa a muy gruesa, bien clasificadas y con tendencia granodecreciente. Se observan granos de glauconita. La presencia de estructuras de oleaje sugiere que se formaron por retrabajamiento durante la transgresión de la base de esta secuencia.

* Calcsiltitas con Heterosteginas:

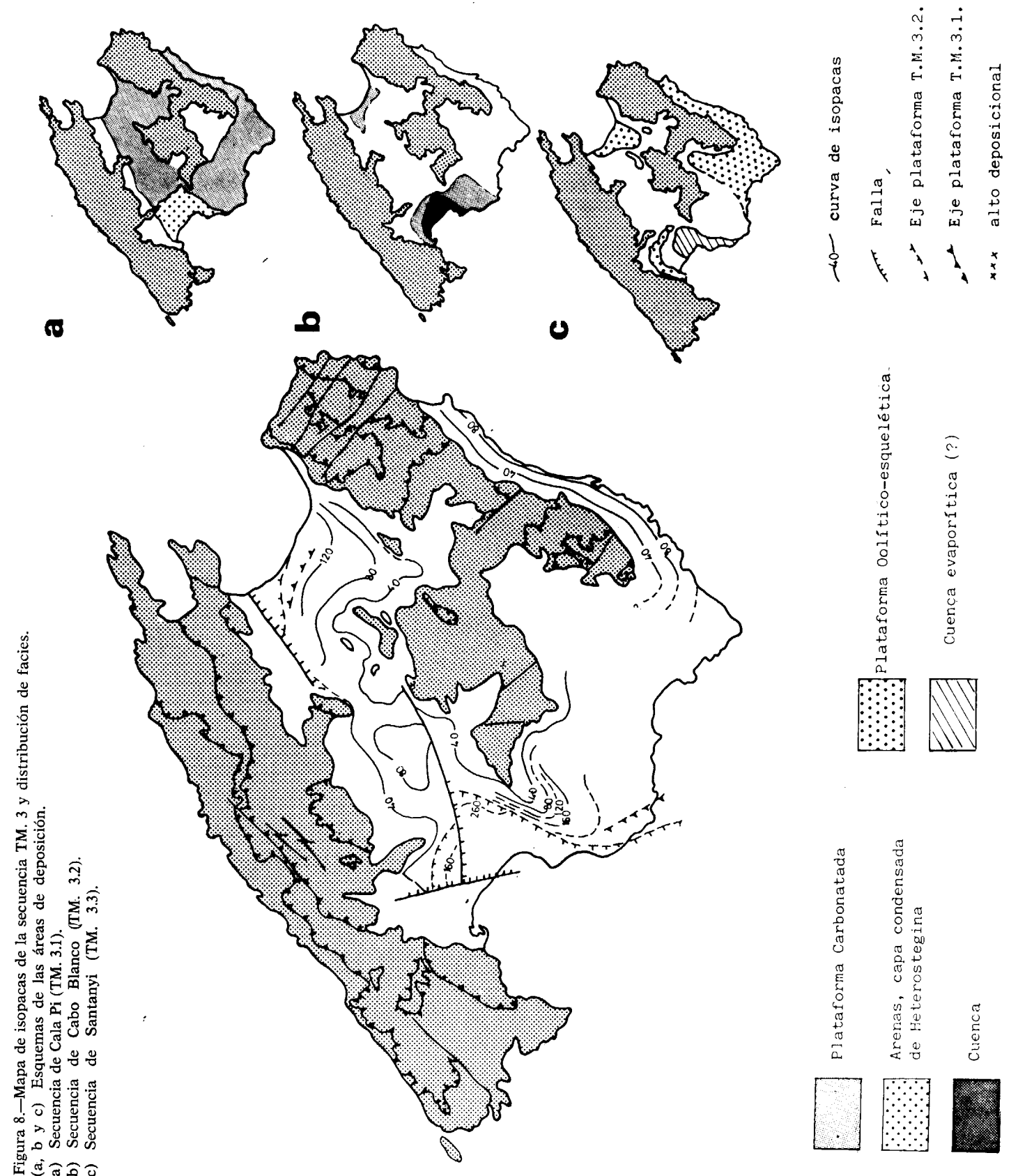
Potencia de una decena de metros. Es una lumaquela de *Heterosteginas*, color gris, con glauconita asociada.

* Calcsiltitas blancas con Heterosteginas:

Potencia de varias decenas de metros. Lateralmente y en vertical pasan a calizas arrecifales.

* Calcsiltitas bioturbadas:

Potencia de 30 a 50 metros observables. Presentan niveles intercalados con base erosiva y con abundante fragmento de equínidos y ostreidos. Se interpretan como depósitos de tormenta. Lateralmente se interdigitan con construcciones arrecifales.



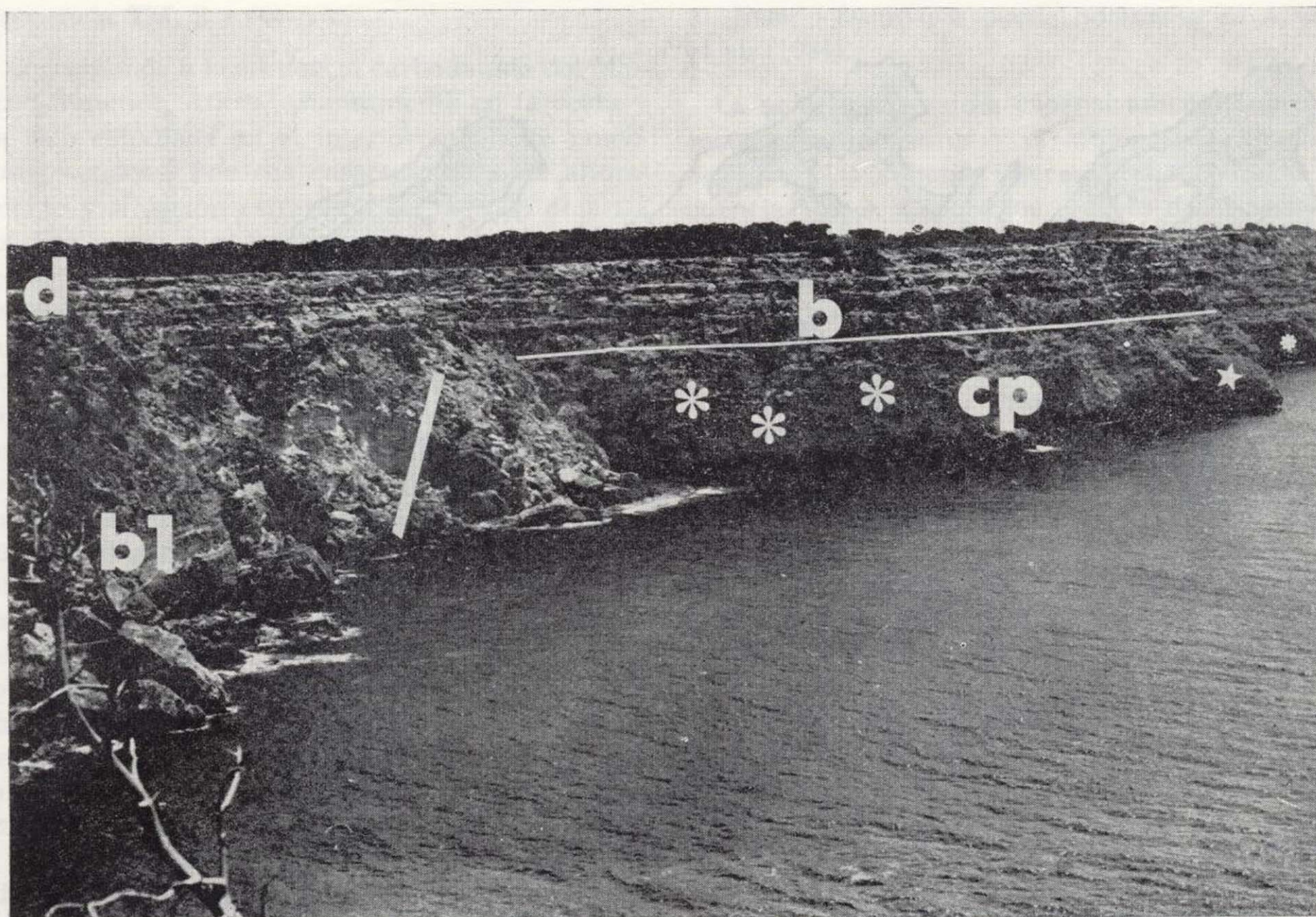


Figura 9 (Foto).—Límite entre la secuencia de Cala Pi (cp) y la de Cabo Blanco (b) (Cala Carril). (cp) corresponde a las facies de frente de arrecife de la secuencia de Cala Pi, los asteriscos de mayor tamaño representan las áreas con mayor proporción y tamaño de morfologías coralíneas y viceversa. (b1) corresponde a las facies de talud de la secuencia de Cabo (b), que se sitúan directamente sobre el arrecife de Cala Pi (contacto indicado por trazo blanco grueso semivertical). (d) corresponde a dunas eólicas holocenas. Contrastar con el esquema de la figura 10.

* Calizas bioconstruidas (Fragmentos de corales):

Potencia variable, de decenas de metros a un centenar. En el caso de potencias grandes, se sitúan estratigráficamente por encima de las calcisiltitas con *Heterosteginas* y, a su vez, lateralmente y por encima de las calcisiltitas bioturbadas blancas.

En las cubetas internas presentan interferencia con conglomerados de cantos Mesozoicos perforados y se sitúan discordantemente sobre términos de secuencias anteriormente descritas.

Texturalmente son *framestones* de corales con niveles de calcarenitas bioclásticas y *rundstones* de rodalitas. Los niveles construidos se

amalgaman y llegan a formar un arrecife de hasta 40 m. de altura. Las algas rodofíceas son muy importantes en la estructura del arrecife.

Las «Calcisiltitas blancas con *Heterostegina*»; «Calcisiltitas bioturbadas», y «Calizas bioconstruidas», forman una plataforma inclinada hacia mar con una base transgresiva y posterior instalación de sedimentación de plataforma carbonatada con un lagoón («calcisiltitas bioturbadas») y un frente de plataforma («calizas bioconstruidas») progradante sobre las «Calizas blancas con *Heterosteginas*» (fig. 10).

El esquema paleogeográfico de todo el conjunto presenta unas plataformas carbonatadas internas (Inca, Manacor-Sta. Margarita) y unas platafor-



Figura 9 (Foto).—Límite entre la secuencia de Cala Pi (cp) y la de Cabo Blanco (b) (Cala Carril). (cp) corresponde a las facies de frente de arrecife de la secuencia de Cala Pi, los asteriscos de mayor tamaño representan las áreas con mayor proporción y tamaño de morfologías coralíneas y viceversa. (b1) corresponde a las facies de talud de la secuencia de Cabo Blanco, que se sitúan directamente sobre el arrecife de Cala Pi (contacto indicado por trazo blanco grueso semivertical). (d) corresponde a dunas eólicas holocenas. Contrastar con el esquema de la figura 10.

* Calizas bioconstruidas (Fragmentos de corales):

Potencia variable, de decenas de metros a un centenar. En el caso de potencias grandes, se sitúan estratigráficamente por encima de las calcisiltitas con *Heterosteginas* y, a su vez, lateralmente y por encima de las calcisiltitas bioturbadas blancas.

En las cubetas internas presentan interferencia con conglomerados de cantos Mesozoicos perforados y se sitúan discordantemente sobre términos de secuencias anteriormente descritas.

Texturalmente son *framestones* de corales con niveles de calcarenitas bioclásticas y *rundstones* de rodalitas. Los niveles construidos se

amalgaman y llegan a formar un arrecife de hasta 40 m. de altura. Las algas rodoíceas son muy importantes en la estructura del arrecife.

Las «Calcisiltitas blancas con *Heterostegina*»; «Calcisiltitas bioturbadas», y «Calizas bioconstruidas», forman una plataforma inclinada hacia mar con una base transgresiva y posterior instalación de sedimentación de plataforma carbonatada con un lagoon («calcisiltitas bioturbadas») y un frente de plataforma («calizas bioconstruidas») progradante sobre las «Calizas blancas con *Heterosteginas*» (fig. 10).

El esquema paleogeográfico de todo el conjunto presenta unas plataformas carbonatadas internas (Inca, Manacor-Sta. Margarita) y unas platafor-

mas carbonatadas localizadas en el perímetro de la Isla y que podrían poner en comunicación la Isla de Mallorca con Cabrera y con Menorca (figs. 1, 8). En estas plataformas se localizan áreas subsidentes (cuenca de Palma), donde se habrían depositado una reducida serie de sedimentos y plataformas estables con desarrollo de lagoons y frentes de plataforma.

TM. 3.2. Secuencia de Cabo Blanco

La secuencia de Cabo Blanco (fig. 8) corresponde a la parte superior de las «Calcisiltitas con *Heterostegina*» (GARCÍA YAGÜE et al., 1968); «Unidad Arrecifal» (POMAR et al., 1983c); «Complejo Arrecifal» (ESTEBAN, 1979-1980), y a la parte superior de «Capa de *Heterostegina*-Complejo Arrecifal» (ALVARO et al., 1984) (fig. 2).

Las litologías dominantes son las calizas bioconstruidas y calcisiltitas. Su potencia oscila de 200 m. (sondeo A022), a 80-100 m., disminuyendo rápidamente hacia los márgenes de la cuenca.

En la zona de Campos hay unos depósitos lacustres con intercalaciones marinas de edad Mioceno Superior, que por su posición se atribuyen a esta secuencia.

La edad es difícil de precisar ya que el contenido faunístico la sitúa en el Mioceno Superior sin especificar una edad Messiniense o Tortoniense. Su posición cronológica ha sido establecida por su posición estratigráfica, límites de secuencia y asociaciones de facies. En el Mediterráneo Occidental es conocida una formación carbonatada con una posición estratigráfica similar (ESTEBAN, 1979-1980). SANTIESTEBAN (1981), considera que esta formación no sobrepasaría el límite Tortoniense-Messiniense.

El límite secuencial inferior tiene una morfología en «escalón» y el superior, está marcado por una discontinuidad reconocible en toda la Isla. El techo de esta secuencia está carstificado y posteriormente erosionado y retrabajado por abrasión marina. Geométricamente corresponde a una superficie próxima a la horizontal y con escalones de 2 a 20 m. de altura con paredes casi verticales. La génesis de estos escalones se asemeja a los acantilados actuales. ESTEBAN y GINER (1980) interpretan esta discontinuidad en Almería como terrazas de abrasión costera. La secuencia que se le superpone, TM. 3.3, se sitúa en *onlap* sobre estos escarpes.

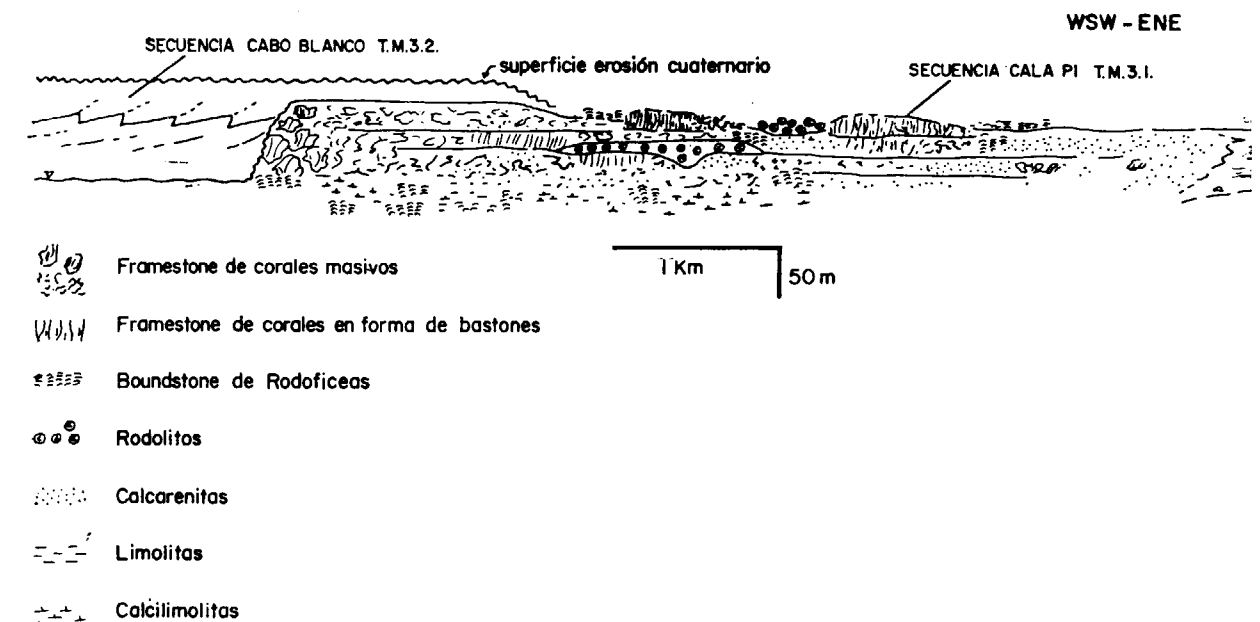


Figura 10.—Esquema deposicional de la secuencia de Cala Pi (TM. 3.1) y límite con la secuencia de Cabo Blanco (TM. 3.2). Contrastar con foto figura 9.

— *Unidades litoestratigráficas*

La secuencia sedimentaria es granocreciente y somerizante hacia techo, pasando gradualmente de unas facies a otras (fig. 11).

De base a techo:

* *Calcilutitas grises:*

Observadas en la base de algunos sondeos de la cuenca de Palma, tienen un *lag* basal de fauna removilizada. El resto de la unidad es escasa en macrofauna, únicamente hay algunos *Ammusium*. Se interpretan como las facies de cuenca.

* *Calcilutitas blancas pulverulentas:*

Afloran extensamente en la base de los acan-

tilados de Cala Carril a la Morería (fig. 12). En sondeo se observan encima de facies de retrabajamiento o por encima de construcciones de rodofíceas de la secuencia TM. 3.1. Son calcilutitas con porosidad muy elevada y fragmentos esqueléticos. Presentan capas de *floodstone* de gasterópodos y grandes bivalvos. El conjunto está marcado por pequeños *hard-grounds* y resalta en el paisaje por la abundante bioturbación y cementación diferencial. Se interpreta como talud distal.

* *Rudstone* de Rodofíceas:

Litológicamente son calizas de color blanco con algas rodofíceas y placas de *Halimeda*. La geometría es lenticular, interpretándose como lóbulos deposicionales, con ciclos de



Figura 11.—Secuencia deposicional de Cabo Blanco (TM. 3.2). (t) Facies de talud distal, calcilutitas blancas pulverulentas; (a) arrecife; (h) talud proximal, *packstone* de *Halimedas* (ver figura 13); (k) superficie de karstificación; (p) Plioceno superior en *onlap* (flechas) sobre la superficie de karstificación que afecta al talud de *Halimedas*; (d) *dunas Holocenas* (Bahía Azul).

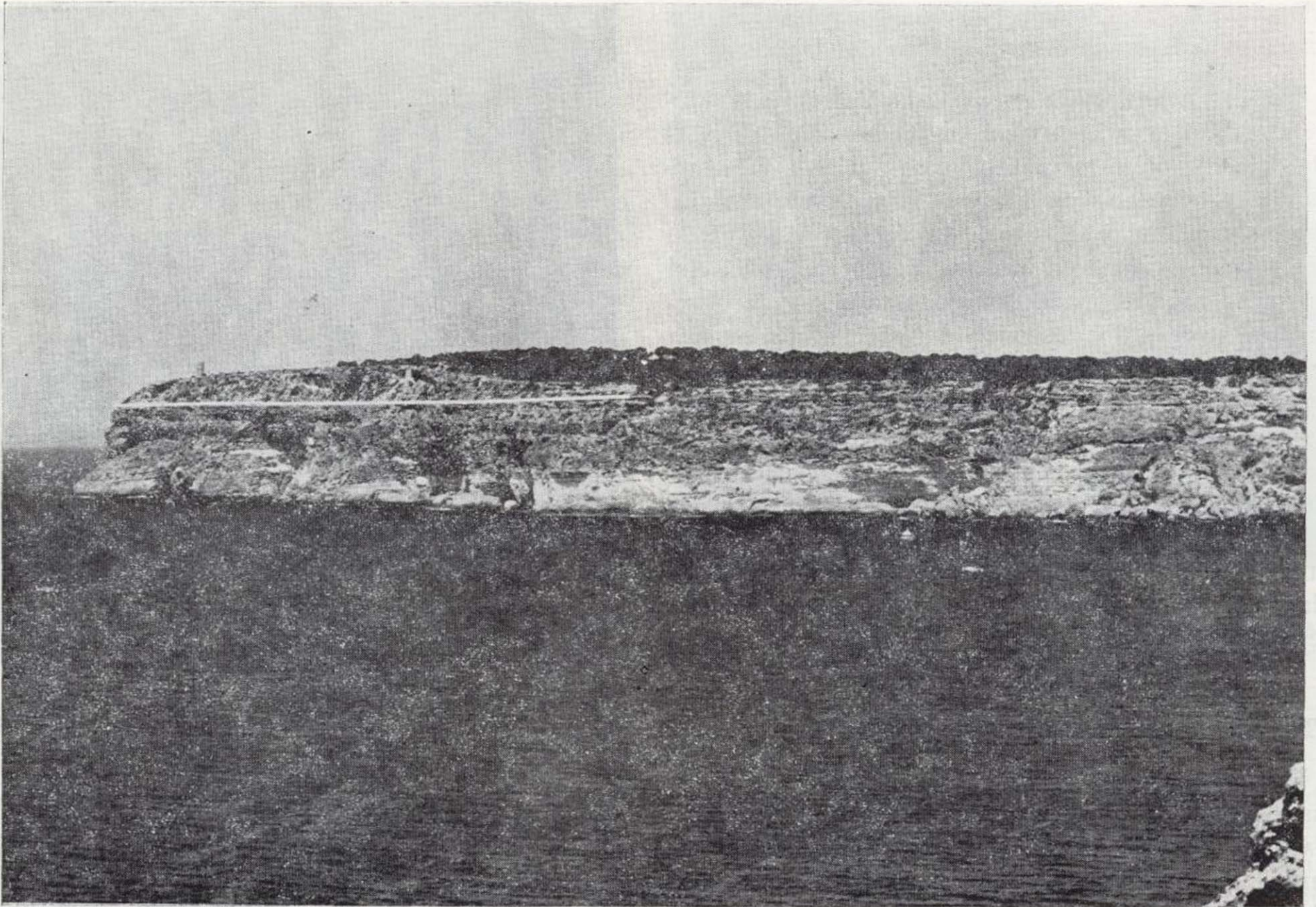


Figura 12.—Secuencia deposicional de Cabo Blanco (TM. 3.2), panorámica desde Cala Carril. Observar la inclinación a gran escala de las capas, los términos inferiores de color blanco corresponden al talud y los superiores masivos al arrecife. La línea blanca limita el arrecife Messiniense y las dunas Holocenas).

compensación. Todo el conjunto se interpreta como talud proximal.

* *Packstone de Halimeda* (fig. 13):

Las placas de *Halimeda* están desorganizadas en bandas de 10-15 cm. Resaltan por un proceso de cementación diferencial. Presentan estratificación cruzada de gran escala. Se interpretan como facies de talud proximal. El talud en los primeros estadios está formado por rodofíceas y en el último estadio exclusivamente por *Halimeda*.

* *Framestone* de corales (fig. 14):

Está a techo de la serie y aflora excepcionalmente en el Cabo Blanco.

De base a techo, los substratos son:

- a) *Framestone* de corales planos, interpretados como pared arrecifal.
- b) Alternancia de montículos de 2 a 4 m. de radio, con techo *framestone* de *Porites* sp ramoso y calcarenitas. Se interpreta como la parte superior de la pared arrecifal y base de la terraza intermedia.
- c) *Framestone* masivo de corales en domos y bastones, fuertemente cementado y con abundante bioerosión. Se interpreta como zona de contrafuertes y canales.

Entre el tramo b) y c), el contacto es muy rápido, interpretándose como una terraza arrecifal. Todo el conjunto corresponde al frente arrecifal.

A techo está truncado por la superficie de erosión entre las secuencias TM. 3.2 y TM. 3.3; oca-

sionalmente se observan *grainstones* bioclásticos masivos fuertemente cementados del lagoon.

En los acantilados entre Cala Carril y la Morería se observa la progradación hacia el SO y O de este complejo arrecifal. POMAR et al. (1983c) diferencian cuatro «complejos» arrecifales progradantes con una posición de la cresta arrecifal de cada «complejo» a la misma altura del nivel del mar, indicando con ello que asociado a la progradación no hay un descenso del nivel del mar. En la zona de La Puebla y Sta. Margarita se observa, en sondeos y sísmica, un descenso de la posición de la cresta en los diversos estadios evolutivos, hecho que coincide con el modelo descrito por ESTEBAN (1979-80). Ambos ejemplos corresponden a la misma secuencia deposicional aunque tengan una respuesta diferente, ya sea por una subsidencia relativa diferente o bien a una posición diferente en la cuenca.

TM. 3.3. Secuencia de Santanyi

La secuencia de Santanyi (fig. 8) corresponde a las «Calizas de Pont d'Inca» y «Margas ocres», de GARCÍA YAGÜE et al. (1968); a las «Calizas de Santanyi», de COLOM (1975); «Calizas de Santanyi» y «Margas de Bonanova», de POMAR et al. (1983a); a las «Calizas de Santanyi», de FORNÓS (1983); y al «Complejo Terminal», de ALVARO et al. (1984).

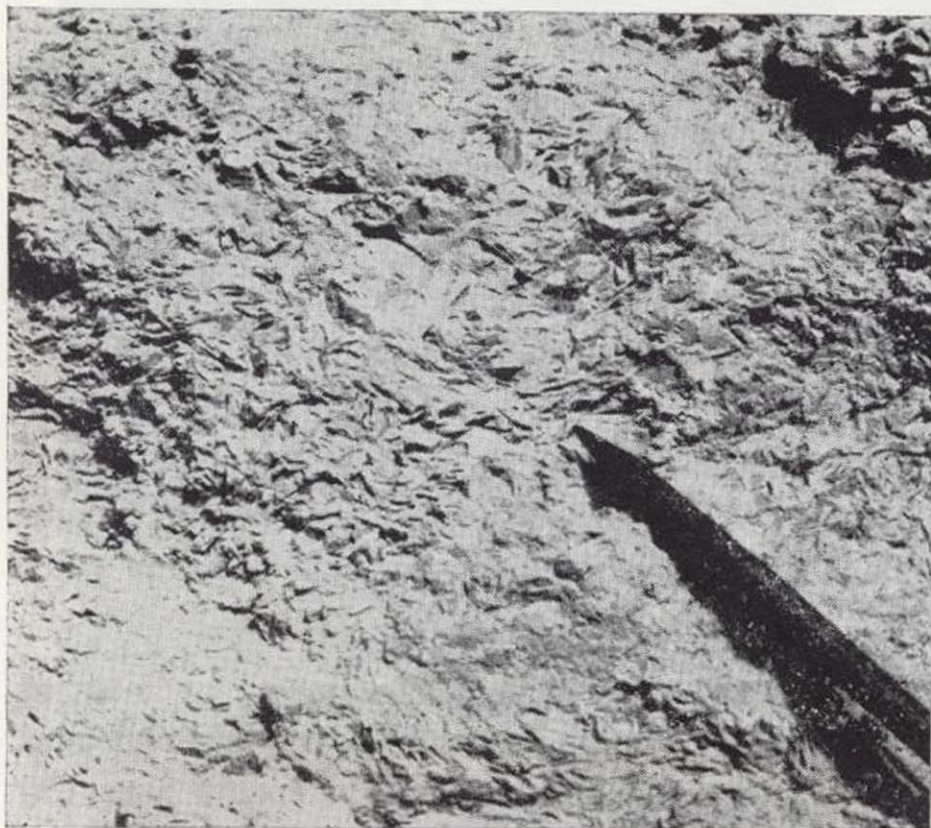


Figura 13.—Packstone de *Halimeda* (Bahía Azul). De la secuencia deposicional Cabo Blanco (TM. 3.2).

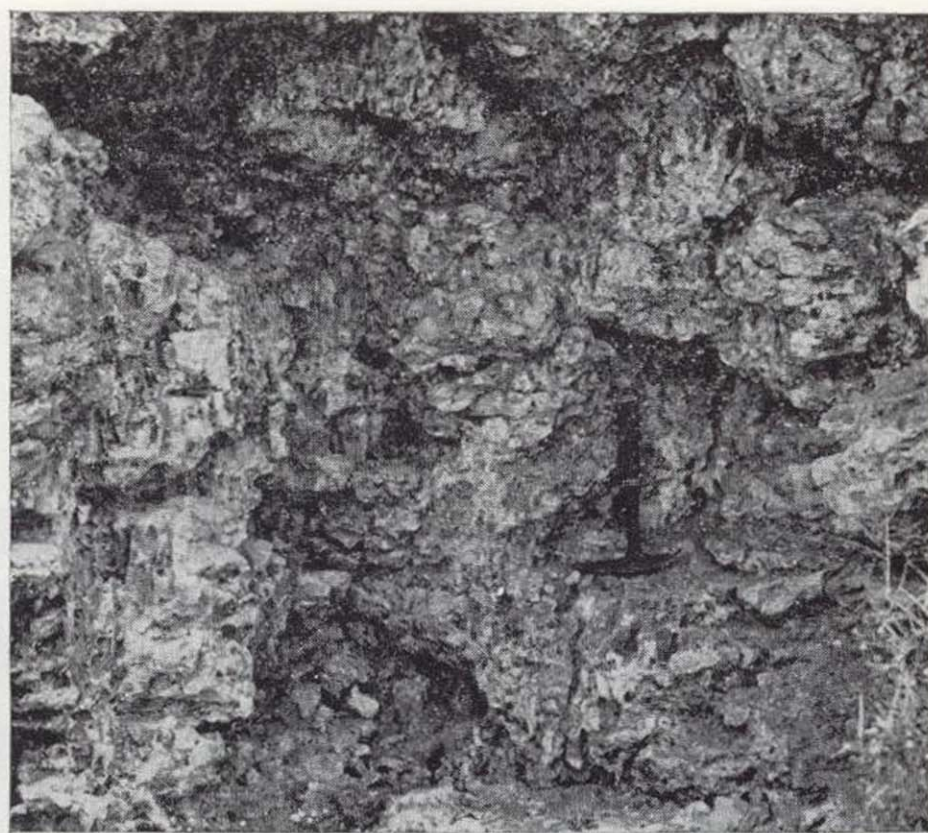


Figura 14.—*Framestone* masivo de *Porites* sp. morfologías planares y en tubo (Cabo Blanco). De la secuencia deposicional Cabo Blanco (TM. 3.2).

Corresponde a nivel regional al «Complejo Terminal» definido por ESTEBAN (1979-80), o unidad carbonática equivalente en tiempo a la unidad evaporítica superior del Messiniense; su carácter es cíclico y expansivo. Se sitúa por encima del «Complejo Arrecifal» y tiene sobre él al Plioceno Inferior o Superior (fig. 2).

La secuencia ha sido atribuida al Messiniense por su posición estratigráfica. Se sitúa por debajo del Plioceno Inferior y a techo del Tortoniense. La potencia es de 25 m. escasos.

Se diferencian tres tipos de unidades litoestratigráficas:

- A) Margas con oncolitos.
- B) Arcillas verdes, sapropeles y diatomitas.
- C) Calizas oolíticas y estromatolitos.

Estas unidades se corresponden plenamente con las descritas en el Mediterráneo Occidental. BARÓN y GONZÁLEZ (1985), describen en el centro de la Cuenca de Palma, términos evaporíticos equivalentes a esta secuencia. El límite inferior corresponde a una superficie cárstica con escarpes, re-trabajada posteriormente por procesos costeros. El límite superior corresponde a una etapa de fracturación erosión, cambiando el esquema deposicional de la Isla (fig. 8).

A) *Margas con oncolitos*

Equivalente a las «Margas ocreas» (GARCÍA YAGÜE et al., 1968) y «Margas de Bonanova» (POMAR et al., 1983a). Se observan en la base de la serie, por encima de la superficie de carstificación que afecta a la secuencia de Cabo Blanco. El contacto con la unidad carbonatada superior es muy brusco. Se interpreta como sedimentos lagunares con aportes detríticos continentales.

B) *Arcillas verdes, sapropeles y diatomitas*

Unidad descrita por primera vez en SIMÓ (1982); aflora poco en la costa y tiene una extensión reducida al centro de la Cuenca de Palma. Corresponde al «Complejo evaporítico» de POMAR et al. (1983c). Se caracteriza por una alternancia de diatomitas de color blanco (pulverulento) y arcillas laminadas de color verde con restos de peces y plantas (figs. 15, 16). Su litología y situación estratigráfica se corresponde con la Formación Trípoli, descrita en Italia y que se encuentra por debajo de las evaporitas y por encima de las margas equivalentes al «Complejo arrecifal». ROUCHY (1979-80) las interpreta como producto de la fase preevaporítica con estratificación de aguas, con una banda inferior anóxica (margas laminadas con peces) y una parte superior oxigenada con locales



Figura 15.—Ciclos de textura *wackestone* con fisuras y éstas rellenas por arcillas verdes (La Morería). De la secuencia deposicional de Santanyi (TM. 3.3), unidad litoestratigráfica de arcillas verdes, sapropeles y diatomitas.

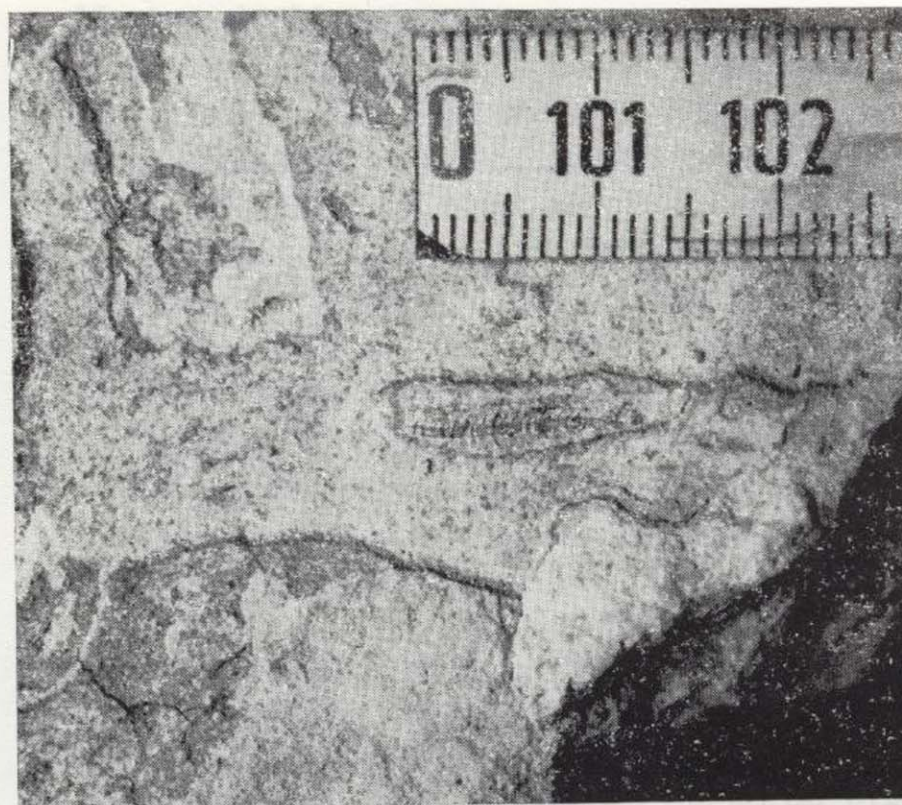


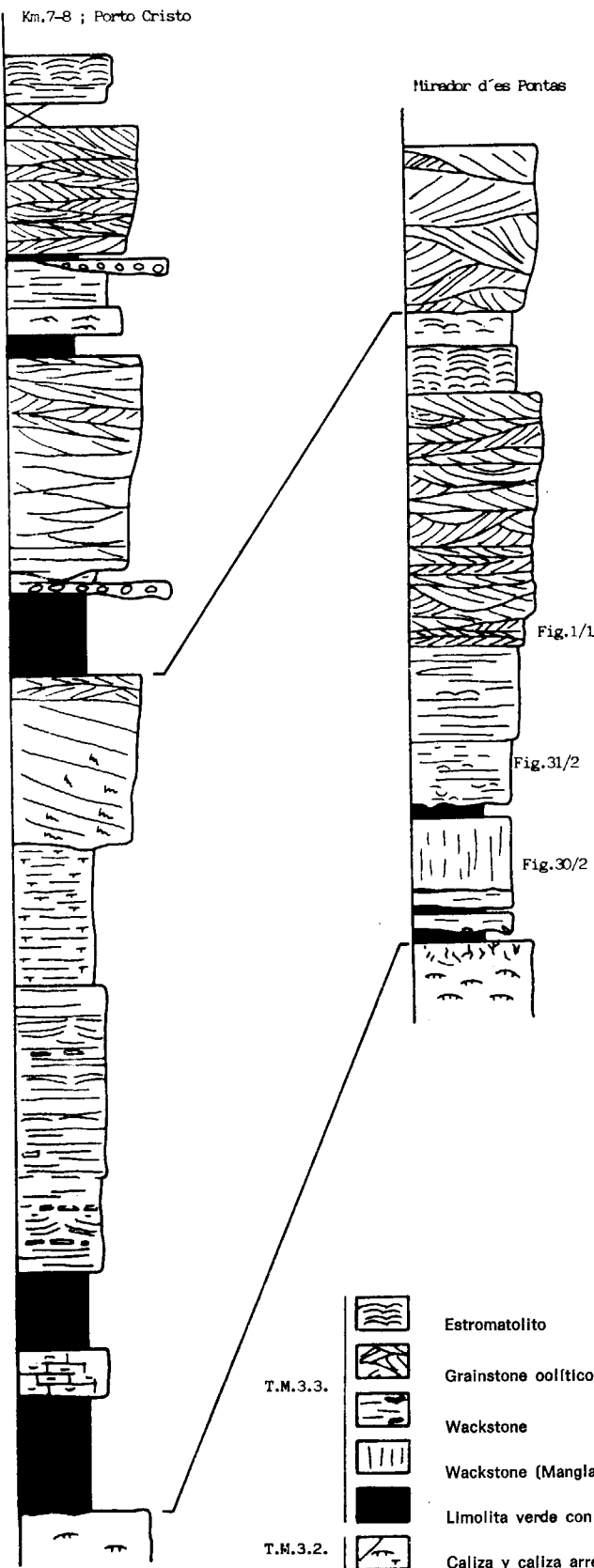
Figura 16.—Pez fósil. De la secuencia deposicional de Santanyi (TM. 3.3), unidad litoestratigráfica de arcillas verdes, sapropeles y diatomitas.

explosiones de diatomeas debido a procesos de «*upwelling*». Variaciones de la picnoclina provocarían una ciclicidad que varía según las cuencas. Un descenso del nivel del mar provocaría un incremento en la salinidad y deposición de la primera unidad evaporítica.

C) *Calizas oolíticas y estromatolitos*

Corresponde a la unidad volumétricamente más importante y se extiende en todo el Mediterráneo Occidental. Se caracteriza por su carácter cíclico-expansivo y por la alternancia de *grainstones* oolíticos y estromatolitos. Aflora extensamente en la costa, pero la superficie de erosión cuaternaria impide observar la geometría general hacia el interior. Se sitúan por encima de las «Margas con oncolitos», por criterios regionales se considera que está estratigráficamente por encima de las «Arcillas verdes, sapropeles y diatomitas», se habría depositado en los altos, mientras que en la cuenca se depositarían las evaporitas superiores.

Se caracteriza por ser una unidad constituida por ciclos de escasa potencia pero con una gran extensión geográfica. En las zonas del interior, la serie consta de cuatro ciclos, con un total de 33 metros de potencia (fig. 17). Cada uno de los ciclos, se inicia con una base de arcillas y limos



gris-verdoso con cantos y trazas de raíces, la fauna es de agua dulce y marina, el ciclo pasa bruscamente a calizas bioclásticas-oolíticas con estructuras tractivas e intercalaciones de estromatolitos, el techo de los ciclos viene señalado por una superficie de erosión. Hacia el techo de la serie los tramos carbonatados son más potentes, con faunas y estructuras sedimentarias que indican una influencia marina abierta más importante.

Los afloramientos de la costa han sido estudiados por FORNÓS (1983) y FORNÓS y POMAR (1983); estos autores describen de base a techo: a) «Complejo de Manglar», situado sobre un «Complejo arrecifal» (TM. 3.1) carstificado, de potencia 2 a 8 metros (fig. 18) que se caracteriza por la presencia de *mudstones* blancos con bioturbación vertical por raíces y niveles de arcillas verdes con cantos y calcarenitas; b) «Unidad estromatolítica inferior», caracterizada por su laminación horizontal, con un tramo inferior con abundantísimos bivalvos y un tramo superior con *mudstone* laminado; c) «Unidad oolítica» (fig. 19), *grainstone* oolítico, bioclástico, peletoidal y locales estromatolitos, en vertical presentan una secuencia granocreciente y con estructuras sedimentarias de mayor escala hacia techo, así como dos ciclos limitados a techo por un nivel continuo de estromatolito en domo, internamente presenta algunas superficies de erosión; d) «Unidad estromatolítica superior», estromatolito en domo muy neomorfizado de color gris a negro. Otras facies localizadas corresponden a *Boundstones* de serpúlidos.

Las facies de arcillas se interpretan como depósitos lagunares («*ponds*») costeros con influencia

Figura 17.—Secuencia deposicional de Santanyi (TM. 3.3). Fm. Calizas de Santanyi, correlación de la columna estratigráfica del Km. 7-8 de la carretera de Porto Colom a Porto Cristo con la del Mirador d'es Pontas. Observar la ciclicidad y la correlación entre arcillas verdes y los niveles estromatolíticos.

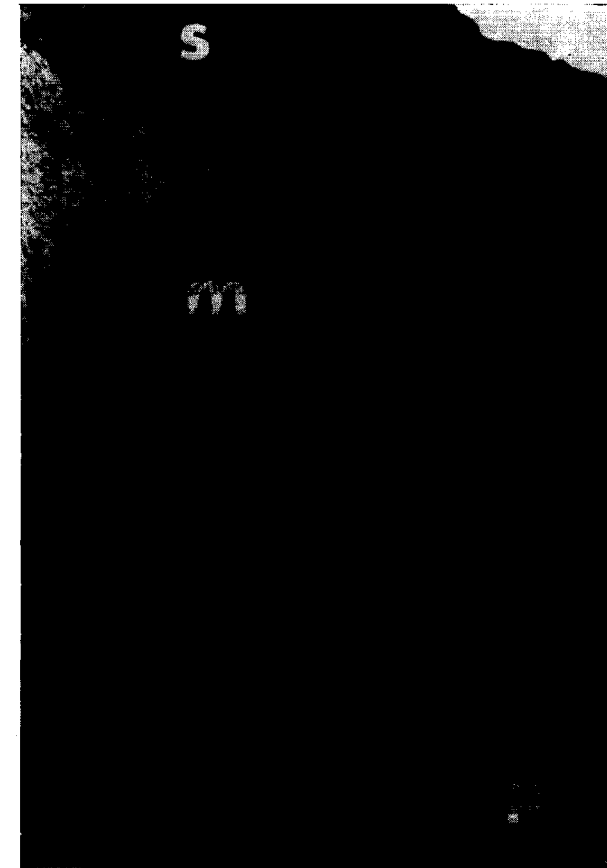


Figura 18.—Secuencia deposicional de Santanyi (TM. 3.3). Fm. Calizas de Santanyi. Nivel inferior en el Mirador d'es Pontas. (cp) secuencia deposicional de Cala Pi; (m) complejo de Manglar; (s) *wackstone-packstone* de bivalvos. Observar las superficies de erosión con arcillas verdes y costras endurecidas de la base de la secuencia (indicado con flechas negras).

continental y marina. Sus equivalentes laterales en cuenca corresponderían a los niveles continuos de estromatolitos, localizados en la mitad y techo de la «Unidad oolítica». La «Unidad estromatolítica inferior», corresponde a una sedimentación tranquila costera en un medio restringido (existe una especie dominante de bivalvos) con posible actividad de algas Cianofíceas. La «Unidad oolítica» presenta diferentes facies deposicionales, en la zona próxima a la paleolínea de costa corresponde a *grainstone-packstone* peletoidal fino con laminación horizontal que hacia la cuenca pasa a depósitos de playa.

— *Colapsos*: Toda la unidad carbonatada de la

Marina de Llevant presenta de forma espaciada brechificaciones y abombamientos, interpretado como colapsos cársticos (fig. 20). Se producirían por el colapsamiento de cavidades (que afectan a las secuencias carbonatadas anteriores) y que al derrumbarse afectan a la secuencia TM. 3.3 en diferentes grados. La carstificación está espaciada en la costa correspondiendo a unas alineaciones de diaclasa NE-SO tal como puede observarse desde Porto Colom a Calas Barcas. FORNÓS (1983) describe varios estadios de colapsamiento.

— *Calizas Neomórficas*: GARCÍA YAGÜE et al. (1968) describen unas calizas negras con cavidades y porosidad elevada, dándole nombre de calizas Pont d'Inca. Se observan preferentemente a techo de la secuencia y se extienden por todo el Mediterráneo occidental. Su origen es diagenético y el proceso de formación ha sido descrito en Ibiza (SIMÓ, 1982).

Resumen

La secuencia deposicional de Santanyi (TM. 3.3), presenta una facies inicial localizada en el centro de la cuenca de Palma, en la que hay una estra-

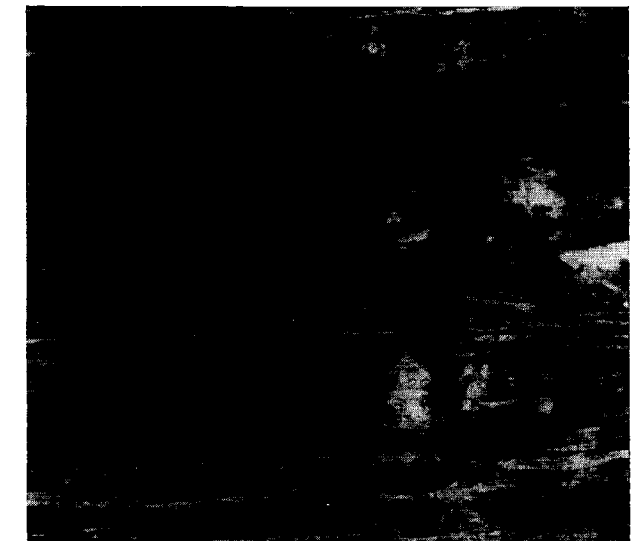


Figura 19.—Secuencia deposicional de Santanyi (TM. 3.3). Fm. Calizas de Santanyi. Grainstone oolítico con estratificación cruzada.

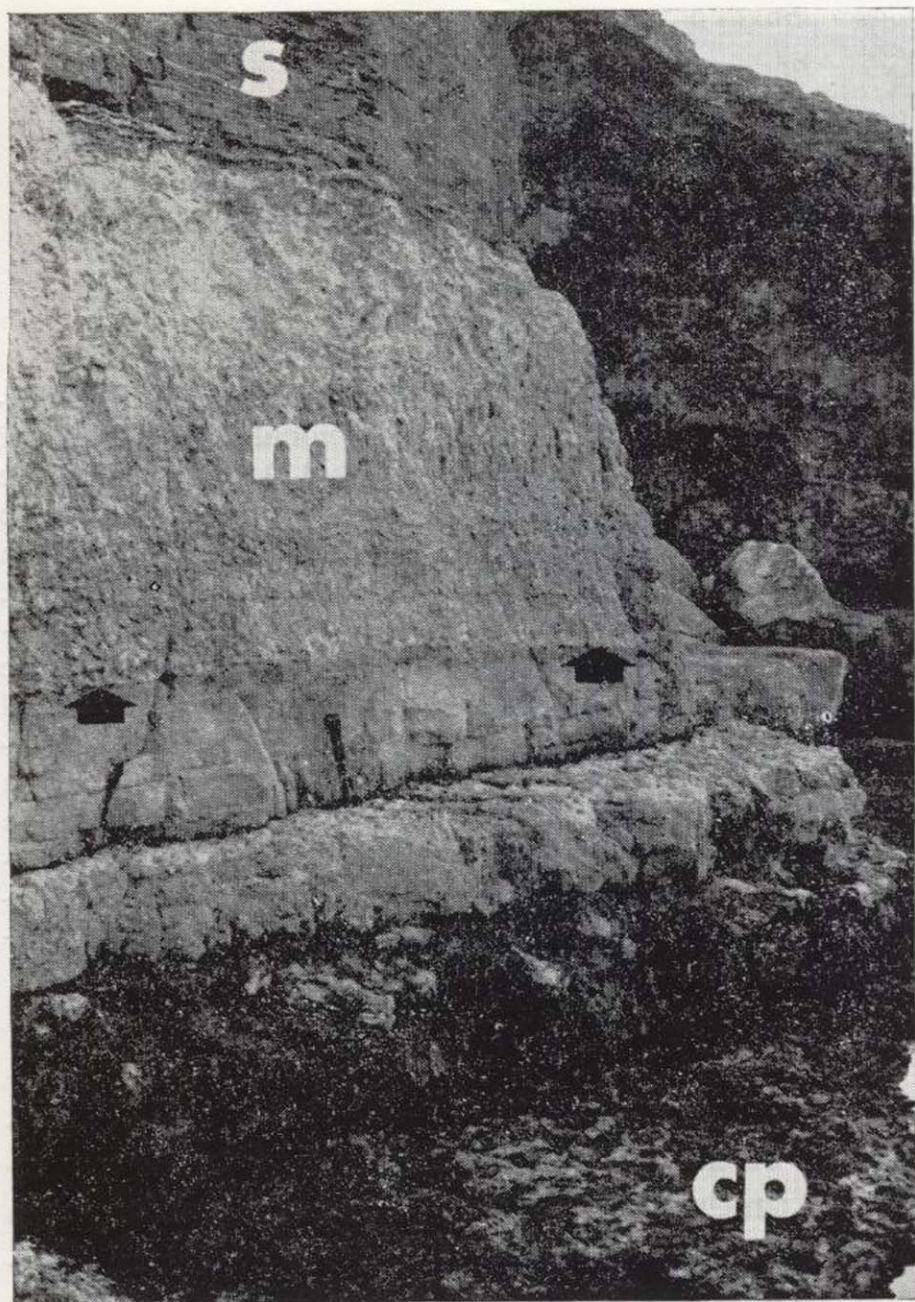


Figura 18.—Secuencia deposicional de Santanyi (TM. 3.3). Fm. Calizas de Santanyi. Nivel inferior en el Mirador d'es Pontas. (cp) secuencia deposicional de Cala Pi; (m) complejo de Manglar; (s) *wackestone-packstone* de bivalvos. Observar las superficies de erosión con arcillas verdes y costras endurecidas de la base de la secuencia (indicado con flechas negras).

continental y marina. Sus equivalentes laterales en cuenca corresponderían a los niveles continuos de estromatolitos, localizados en la mitad y techo de la «Unidad oolítica». La «Unidad estromatolítica inferior», corresponde a una sedimentación tranquila costera en un medio restringido (existe una especie dominante de bivalvos) con posible actividad de algas Cianofíceas. La «Unidad oolítica» presenta diferentes facies deposicionales, en la zona próxima a la paleolínea de costa corresponde a *grainstone-packstone* peletoidal fino con laminación horizontal que hacia la cuenca pasa a depósitos de playa.

— *Colapsos*: Toda la unidad carbonatada de la

Marina de Llevant presenta de forma espaciada brechificaciones y abombamientos, interpretado como colapsos cársticos (fig. 20). Se producirían por el colapsamiento de cavidades (que afectan a las secuencias carbonatadas anteriores) y que al derrumbarse afectan a la secuencia TM. 3.3 en diferentes grados. La carstificación está espaciada en la costa correspondiendo a unas alineaciones de diaclasa NE-SO tal como puede observarse desde Porto Colom a Calas Barcas. FORNÓS (1983) describe varios estadios de colapsamiento.

— *Calizas Neomórficas*: GARCÍA YAGÜE et al. (1968) describen unas calizas negras con cavidades y porosidad elevada, dándole nombre de calizas Pont d'Inca. Se observan preferentemente a techo de la secuencia y se extienden por todo el Mediterráneo occidental. Su origen es diagenético y el proceso de formación ha sido descrito en Ibiza (SIMÓ, 1982).

Resumen

La secuencia deposicional de Santanyi (TM. 3.3), presenta una facies inicial localizada en el centro de la cuenca de Palma, en la que hay una estra-

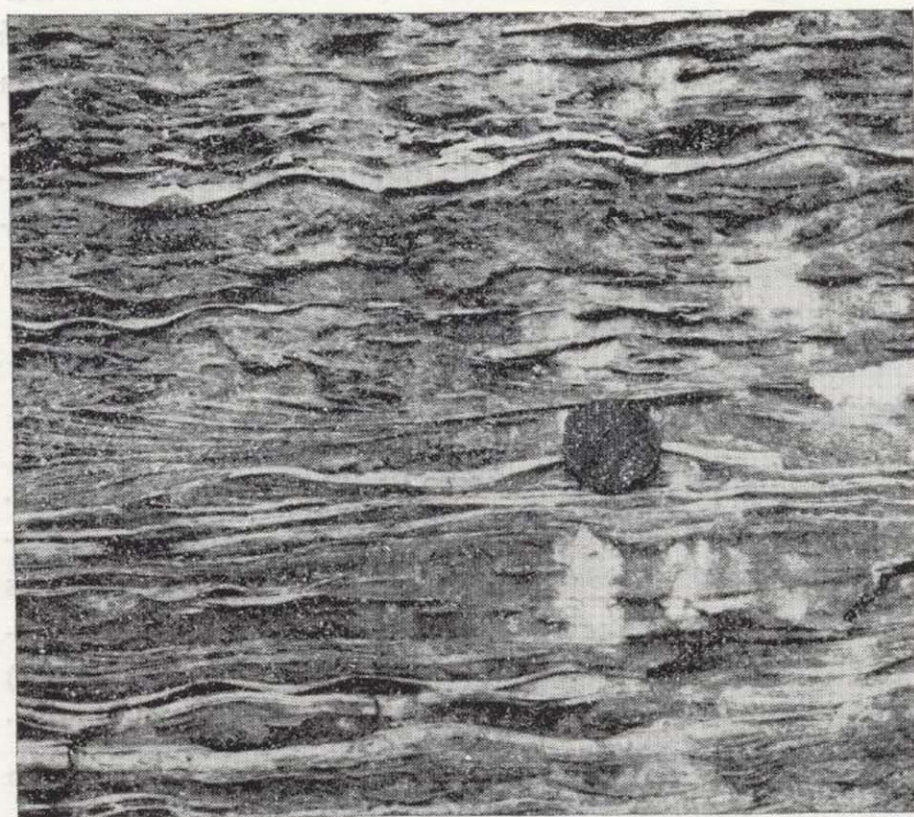


Figura 19.—Secuencia deposicional de Santanyi (TM. 3.3). Fm. Calizas de Santanyi. Grainstone oolítico con estratificación cruzada.

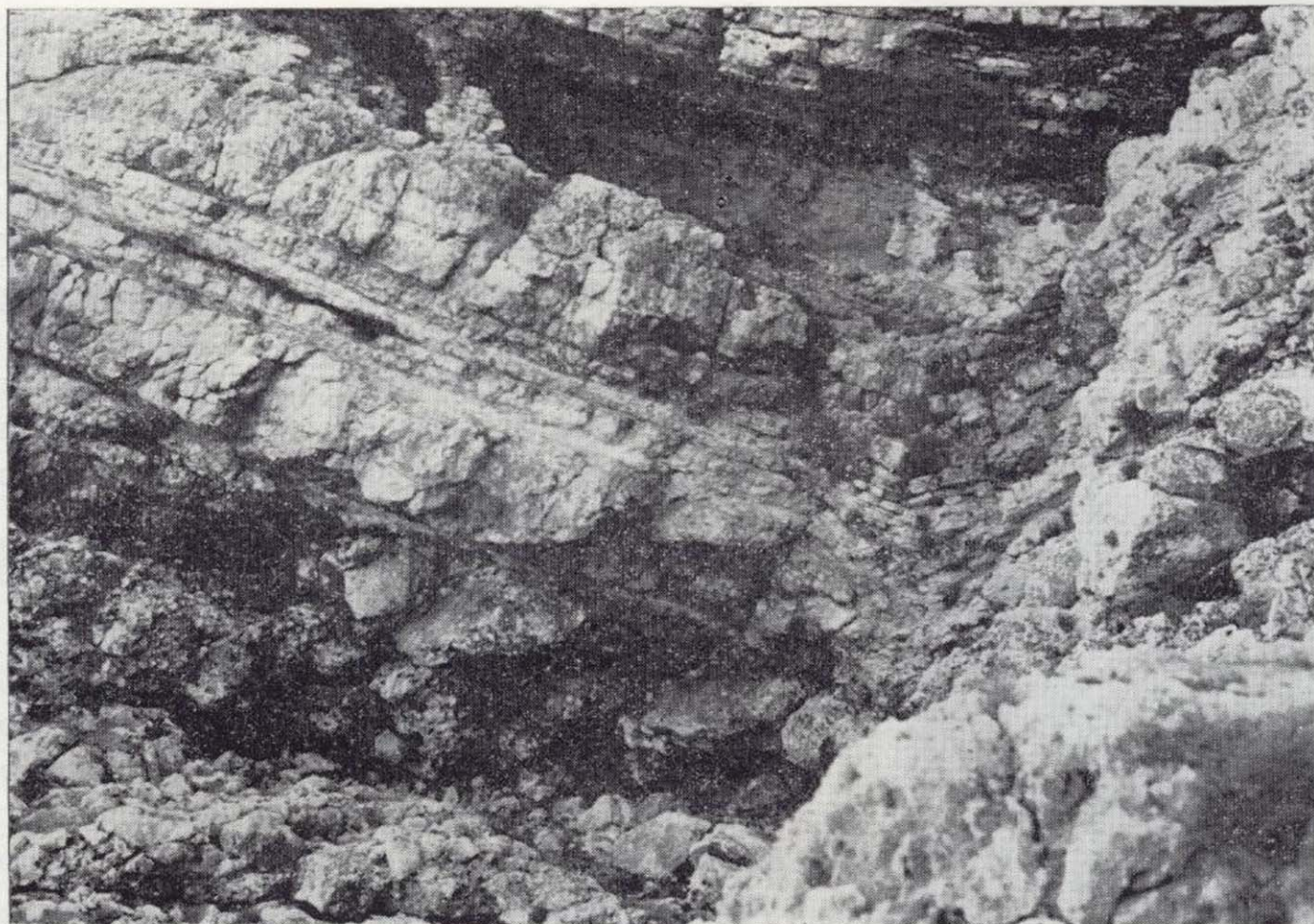


Figura 20.—Secuencia deposicional de Santanyi (TM. 3.3), Fm. Calizas de Santanyi. Colapso (Faro de Porto Colom). Sobre la secuencia de Cala Pi (TM. 3.1) brechificada (parte inferior de la fotografía), se localizan las facies del complejo de Manglar (colapsado) de la secuencia de Santanyi y por encima (límite superior de la fotografía), las facies *grainstone* oolítico de la misma secuencia.

tificación de aguas con facies anóxicas en el fondo y condiciones normales en la parte superior. En esta época se habría iniciado la carstificación de las secuencias TM. 3.1 y TM. 3.2.

Una sedimentación cíclica carbonatada de carácter expansivo en los márgenes de la cuenca, se sitúa sobre una superficie de erosión y aterrazamiento por abrasión marina (discontinuidad intramessiniense). La sedimentación es cíclica y está controlada por variaciones del nivel del mar. Con deposición de arcillas lagunares en el interior y estromatolitos en la plataforma, durante los descensos relativos se observan cuatro ciclos expansivos.

Secuencia TP

Corresponde al Plioceno Inferior y Superior. Aflora mal y parcialmente, por lo que la información de sondeos es imprescindible en la síntesis de esta secuencia deposicional (fig. 2). Los primeros trabajos con sondeos (GARCÍA YAGÜE et al., 1968) permiten diferenciar un tramo arcilloso inferior «Margas con *Ammusium*» y un tramo calcarenítico superior. COLOM (1980) cita la presencia del Plioceno Inferior marino en Mallorca, BARÓN y POMAR (1978) definen el término de «Calcisiltitas de Son Mir» y «Calcarenitas de S. Jordi», nombres que

adoptan con posterioridad POMAR et al. (1983). ALVARO et al. (1984) definen y delimitan las principales unidades litológicas denominándolas bajo el término común de «Unidad deposicional Pliocena», definiendo la fauna encontrada.

La secuencia TP. es expansiva sobre las secuencias anteriores. Rellena las cuencas con cerca de 300 m. de arcillas y recubre las plataformas con calcarenitas de potencia variable (70 a pocos m.). Su límite secuencial superior corresponde al relleno de las cuencas y superficie de erosión del Plioceno Superior.

Una fracturación distensiva afectó a la secuencia TM. 3 acentuando en algunos casos geometrías deposicionales y en otros creando escarpes, además controla la distribución y facies de la secuencia TP. No está bien determinado si la fracturación continuó durante la deposición de la base de la secuencia TP.

TP. 1. Secuencia de Son Mir

La secuencia de Son Mir corresponde a las «Margas con *Ammusium*» de GARCÍA-YAGÜE et al. (1968) y ALVARO et al. (1984) (fig. 2). Tiene su máximo desarrollo en el centro de las cuencas de Palma y La Pobla (fig. 21). Es una secuencia que

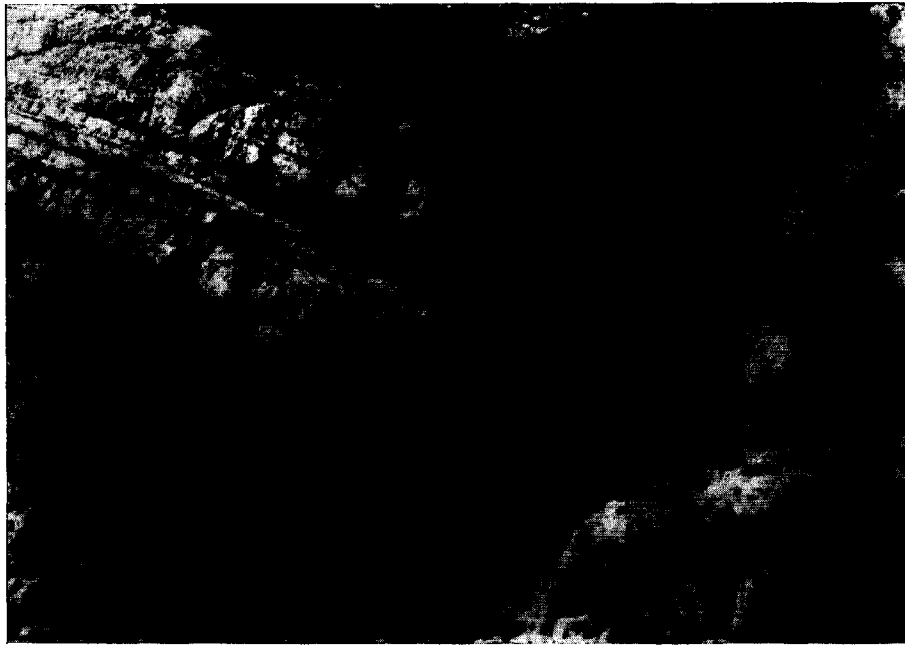


Figura 20.—Secuencia deposicional de Santanyi (TM. 3.3), Fm. Calizas de Santanyi. Colapso (Faro de Porto Colom). Sobre la secuencia de Cala Pi (TM. 3.1) brechificada (parte inferior de la fotografía), se localizan las facies del complejo de Manglar (colapsado) de la secuencia de Santanyi y por encima (límite superior de la fotografía), las facies *grainstone* oolítico de la misma secuencia.

tificación de aguas con facies anóxicas en el fondo y condiciones normales en la parte superior. En esta época se habría iniciado la carstificación de las secuencias TM. 3.1 y TM. 3.2.

Una sedimentación cíclica carbonatada de carácter expansivo en los márgenes de la cuenca, se sitúa sobre una superficie de erosión y aterrazamiento por abrasión marina (discontinuidad intramessiniense). La sedimentación es cíclica y está controlada por variaciones del nivel del mar. Con deposición de arcillas lagunares en el interior y estromatolitos en la plataforma, durante los descensos relativos se observan cuatro ciclos expansivos.

Secuencia TP

Corresponde al Plioceno Inferior y Superior. Aflora mal y parcialmente, por lo que la información de sondeos es imprescindible en la síntesis de esta secuencia deposicional (fig. 2). Los primeros trabajos con sondeos (GARCÍA YAGÜE et al., 1968) permiten diferenciar un tramo arcilloso inferior «Margas con *Ammusium*» y un tramo calcarenítico superior. COLOM (1980) cita la presencia del Plioceno Inferior marino en Mallorca, BARÓN y POMAR (1978) definen el término de «Calcsiltitas de Son Mir» y «Calcarenitas de S. Jordi», nombres que

adoptan con posterioridad POMAR et al. (1983). ALVARO et al. (1984) definen y delimitan las principales unidades litológicas denominándolas bajo el término común de «Unidad deposicional Pliocena», definiendo la fauna encontrada.

La secuencia TP. es expansiva sobre las secuencias anteriores. Rellena las cuencas con cerca de 300 m. de arcillas y recubre las plataformas con calcarenitas de potencia variable (70 a pocos m.). Su límite secuencial superior corresponde al relleno de las cuencas y superficie de erosión del Plioceno Superior.

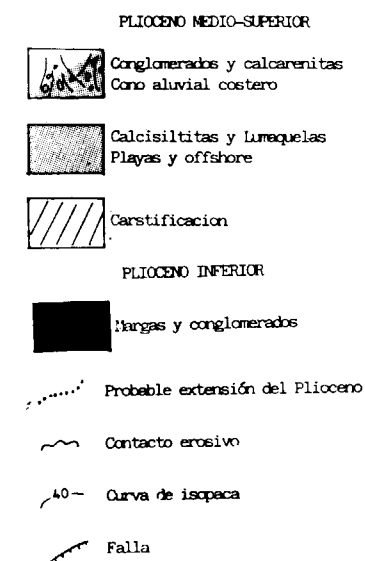
Una fracturación distensiva afectó a la secuencia TM. 3 acentuando en algunos casos geometrías deposicionales y en otros creando escarpes, además controla la distribución y facies de la secuencia TP. No está bien determinado si la fracturación continuó durante la deposición de la base de la secuencia TP.

TP. 1. Secuencia de Son Mir

La secuencia de Son Mir corresponde a las «Margas con *Ammusium*» de GARCÍA-YAGÜE et al. (1968) y ALVARO et al. (1984) (fig. 2). Tiene su máximo desarrollo en el centro de las cuencas de Palma y La Pobra (fig. 21). Es una secuencia que



Figura 21.—Mapa de Isopacas y paleogeografía de la secuencia deposicional de TP.



está fuertemente controlada por una topografía heredada, su extensión se limita a las zonas más deprimidas topográficamente. Se localiza en los escarpes por falla, sobre las diferentes secuencias neógenas (TM. 2 y TM. 3) y sobre los términos TM. 3.2 y TM. 3.3. El techo está marcado por un nivel de areniscas y sus equivalentes limolíticos. La secuencia TP. 2 se sitúa en *downlap* sobre esta superficie. La sedimentación es marina abierta, de carácter detrítico.

— Unidades litoestratigráficas

Se diferencian dos unidades litoestratigráficas:

* Areniscas y arcillas:

Arenas y microconglomerados con ripples y diques clásticos, fragmentos de *Ammusium*

rotos por carga y margas con *Ammussium*, en ciclos negativos. Se interpretan como facies deltaicas.

* Margas con *Ammussium*:

Es la unidad volumétricamente más importante. En la base del centro de cuenca presenta intercalaciones de calcisiltitas con fragmentos de bivalvos y ostreidos perforados. A techo, pasan a margas con abundantes bivalvos pelágeos (*Ammussium*), escafópodos (*Dentalium*) en posición de vida y foraminíferos. Las valvas de *Ammussium* están horizontales según la estratificación. A techo aumenta el tamaño de grano, pasando a arenas y limolitas. Esta unidad ocupa la mayor parte de las cuencas y se interpreta como margas de cuenca/prodelta.

La presencia de niveles detríticos gruesos con secuencias negativas, diques clásticos y fracturación de valvas por carga, sugiere una sedimentación rápida progradante de un complejo deltaico localizado. La no extensión lateral de este complejo sugiere una subsidencia elevada de la cuenca y un almacenamiento en vertical de las arenas (ver FISHER and Mc GOWEN, 1967). La presencia de margas corresponde a las formas distales del campo deltaico en una cuenca marina abierta subsidente. El sistema deltaico, hoy por hoy, está en parte erosionado.

TP. 2. Secuencia de Buguer-St. Jordi

La secuencia de Buguer-St. Jordi (TP. 2) corresponde a las «Calcarenitas de St. Jordi» y parte superior de las «Calcisiltitas de Son Mir» (BARÓN y POMAR, 1978; POMAR et al., 1983 a) y al tramo superior de la «Unidad deposicional Pliocena» (ALVARO et al., 1984) (fig. 2). Cubre la cubeta de Inca y bordea las cuencas de Santa Margarita, La Puebla y Palma (fig. 21). Su potencia varía de pocos metros a un centenar.

Es una secuencia estratocreciente y granocreciente hacia techo. Su edad ha sido atribuida al Plioceno Medio-Superior (ALVARO et al., 1984). Es expansiva sobre la secuencia anterior (TP. 1), onlapando diferentes secuencias deposicionales. Su límite secuencial inferior corresponde a una discontinuidad sedimentaria como resultado de un aumento relativo del nivel del mar, que define

el máximo expansivo Plioceno. Su límite secuencial superior corresponde al techo de los sedimentos marinos que están erosionados por Pleistoceno y Cuaternario. La secuencia es somerizante hasta el relleno de la cuenca Pliocena.

— Unidades litoestratigráficas

* Calcisiltitas con *Ammussium*:

Localizadas en el centro y borde de las cuencas de Palma y La Puebla, se sitúan en *downlap* sobre la secuencia anterior. Se interpretan como sedimentos de *offshore*.

* Calcarenitas bioclásticas

Rudstones de bivalvos masivos o con estratificación cruzada. Se sitúan en la zona de Inca, con un tránsito gradual sobre la unidad litoestratigráfica descrita anteriormente. Están fuertemente cementadas y presentan abundante porosidad móldica. En la zona de Buguer y Sancellas pasa lateralmente a la siguiente unidad litoestratigráfica. Se interpretan como depósitos de *shoreface* y playa.

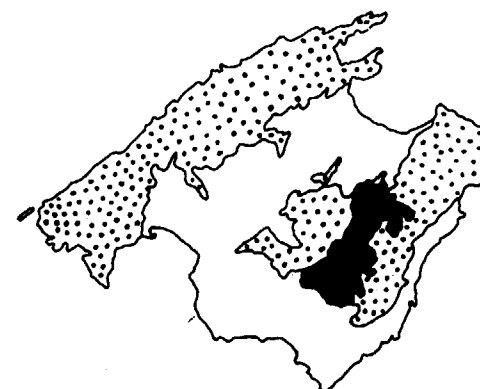
* Calcarenitas y conglomerados:

Alternancia de conglomerados y calcarenitas. La fábrica pasa de ser soportada por los cantos a ser soportada por la matriz. Están localizados en la vertiente SE de la Serra Nord y se observa de NO a SE un cambio lento de conglomerados a *packstones*, *grainstones* bioclásticos (fig. 21). Se interpreta como depósitos de origen detrítico costero con una inferencia de los sedimentos autóctonos carbonatados.

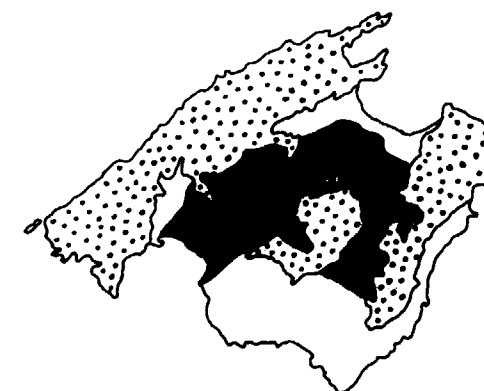
CONCLUSIONES

SIMÓ (1985) (en prensa) reconoce cinco macrosecuencias deposicionales en el Neógeno de la Isla de Mallorca: TM. 0, TM. 1, para el Neógeno preorogénico y TM. 2, TM. 3 y TP., para el Neógeno postorogénico. El Neógeno postorogénico (Serravaliense a Plioceno), se caracteriza por una sedimentación en cuencas internas, situadas entre los relieves del NO (Serra Nord) y el SE (Serra de Llevant), que evolucionan a plataformas (fig. 22).

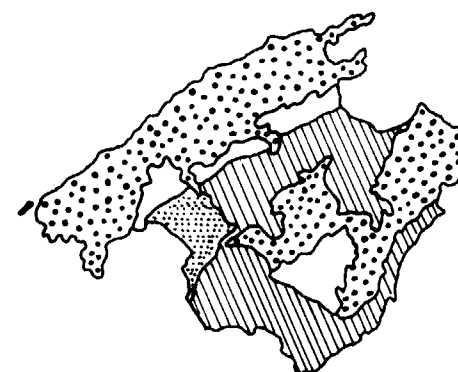
T.M.2.1.



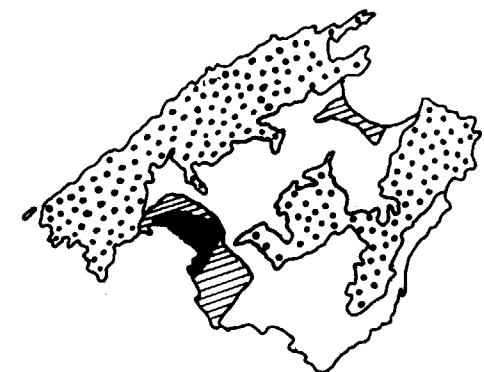
T.M.2.2.



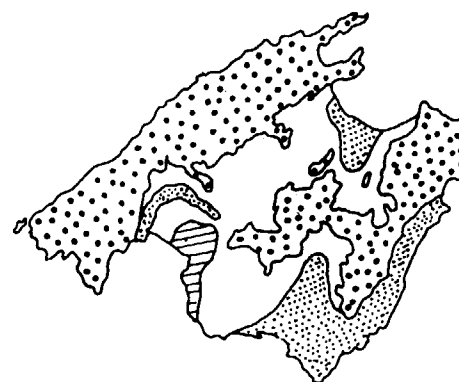
T.M.3.1.



T.M.3.2.



T.M.3.3.



T.P.



Leyenda TM. 2.1, ver figura 4.

Leyenda TM. 2.2, ver figura 5.

Leyenda TM. 3.1, TM. 3.2 y TM. 3.3, ver figura 8.

Leyenda TP., ver figura 21.

Figura 22.—Evolución de las áreas de deposición (Llano Central de la isla de Mallorca) del Neógeno postorogénico. Secuencias: (TM. 2.1) Secuencia carbonática de Manacor; (TM. 2.2) Secuencia de Santa Margarita; (TM. 3.1) Secuencia de Cala Pi; (TM. 3.2) Secuencia de Cable Blanco; (TM. 3.3) Secuencia de Santanyi; (TP.) Plioceno (Secuencias (TP. 1) de Son Mir, (TP. 2) de Buguer-St. Jordi).

- TM. 2.1. Secuencia Carbonática de Manacor. Se atribuye al Serravaliense. Son calizas marinas de textura *wackestone* a *grainstone*, con fragmentos de púas de equínido, rodofíceas, bivalvos, gasterópodos. Se deposita en una cuenca interna subsidente (Cubeta de Manacor) (fig. 22). La secuencia consta de un primer estadio con sedimentación no marina y un segundo con sedimentación marina carbonatada, la evolución sedimentaria de conjunto es expansiva. La unidad, en los bordes de cuenca se acuña e interfiere con sedimentos terrígenos retrabajados.
- TM. 2.2. Secuencia Santa Margarita. Se atribuye de forma imprecisa al límite Serravaliense Superior (?) a Tortoniense Inferior (?). Son sedimentos arcillosos de ambiente lagunar evaporítico. Se deposita en cubetas del Llano Central (fig. 22). Su evolución sedimentaria es expansiva sobre la anterior y/o sobre el substrato.
- TM. 3. Esta macrosecuencia evolucionó en general ocupando en un primer estadio todas las zonas internas y externas de la Isla, para irse retirando en sucesivos estadios hacia la periferia.
- TM. 3.1. Secuencia de Cala Pi. Se atribuye al Tortoniense. Son calizas marinas bioconstruidas y calcisiltitas. La sedimentación se extendió por las cubetas internas del Llano Central y relieves de la periferia de la Isla (fig. 22). En las cubetas internas la potencia es reducida, desarrollándose en las plataformas subsidentes que bordean la Isla. La evolución sedimentaria es expansiva sobre secuencias anteriores y Mesozoico.
- TM. 3.2. Secuencia de Cabo Blanco. Se atribuye al Tortoniense-Messiniense (?). Son calizas marinas bioconstruidas y calcisiltitas. Se depositó en la cuenca de Palma y plataforma de Lluchmayor asociada y en la plataforma de La Pobla-Santa Margarita (figura 22). La secuencia es extensiva (onlap), y erosiona a la secuencia TM. 3.1; el límite superior está carstificado, erosionado y, posteriormente, retrabajado por erosión marina.
- TM. 3.3. Secuencia de Santanyi. Se atribuye al Messiniense. En un primer estadio, la sedimentación es en facies anóxicas, localiza-

da en el centro de la cuenca de Palma (figura 22). En un segundo estadio la sedimentación es carbonatada, observándose cuatro ciclos carbonatados expansivos y en conjunto se sitúan en los márgenes de cuenca. Es una secuencia de escasa potencia, pero de gran extensión geográfica.

- TP. Esta secuencia se atribuye al Plioceno Inferior y Superior. Una fracturación distensiva afectó a la secuencia TM. 3, controlando la distribución y facies de la secuencia TP (fig. 22). La macrosecuencia TP. es expansiva sobre las secuencias anteriores. Se divide en un primer estadio o secuencia de Son Mir, TP. 1, con una sedimentación arcillosa en un ambiente marino abierto detrítico, se deposita en las cuencas de Palma y La Pobla y un segundo estadio o secuencia de Buguer-Sant Jordi, TP. 2, con una sedimentación conglomerática y calcarenítica, en un ambiente de complejo deltaico progradante, se deposita en la cubeta de Inca y bordea las cuencas de Santa Margarita, La Pobla y Palma.

Todas las secuencias tienen un carácter expansivo sobre la secuencia anterior o anteriores y/o sobre el substrato.

La historia deposicional de estas secuencias ha condicionado la evolución del Llano Central de la Isla de Mallorca (figs. 23 a y b).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está basado en los datos obtenidos en un Proyecto del IGME en el que se estudiaron más de 300 sondeos a testigo continuo, realizados por particulares, para captación de aguas subterráneas. El Proyecto fue realizado por la Compañía General de Sondeos, S. A. (C. G. S.), habiendo actuado los autores de este trabajo en el mismo por contrato de esta Compañía.

La realización del Proyecto fue posible gracias a la cooperación recibida en la Oficina de Proyectos del IGME, de Palma de Mallorca, en especial por parte de Alejandro Roso Sánchez y Francisco Bautista. Asimismo, agradecemos de Alberto Mazariego, de IBERGESA, las orientaciones recibidas durante la realización del mismo.

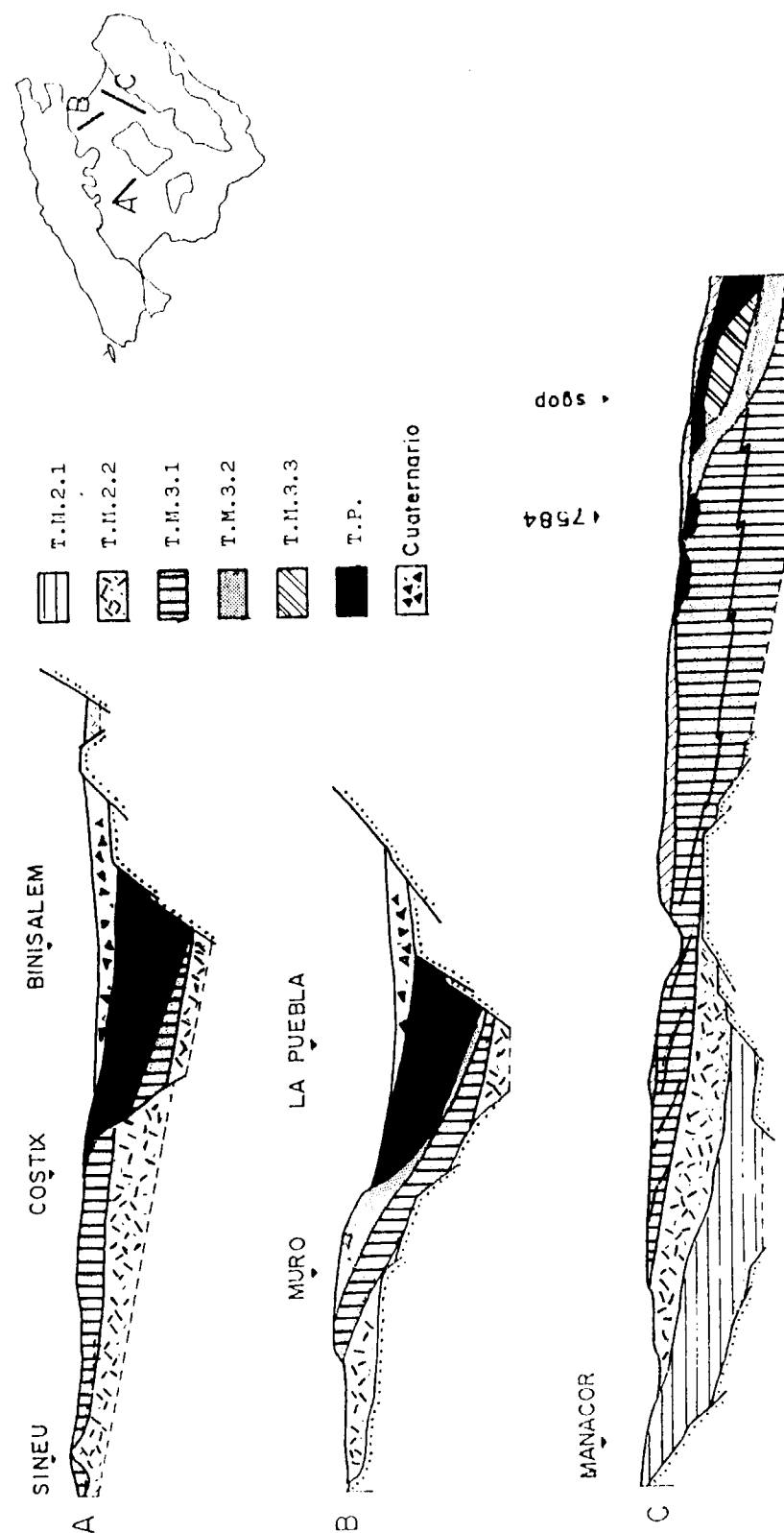


Figura 23a

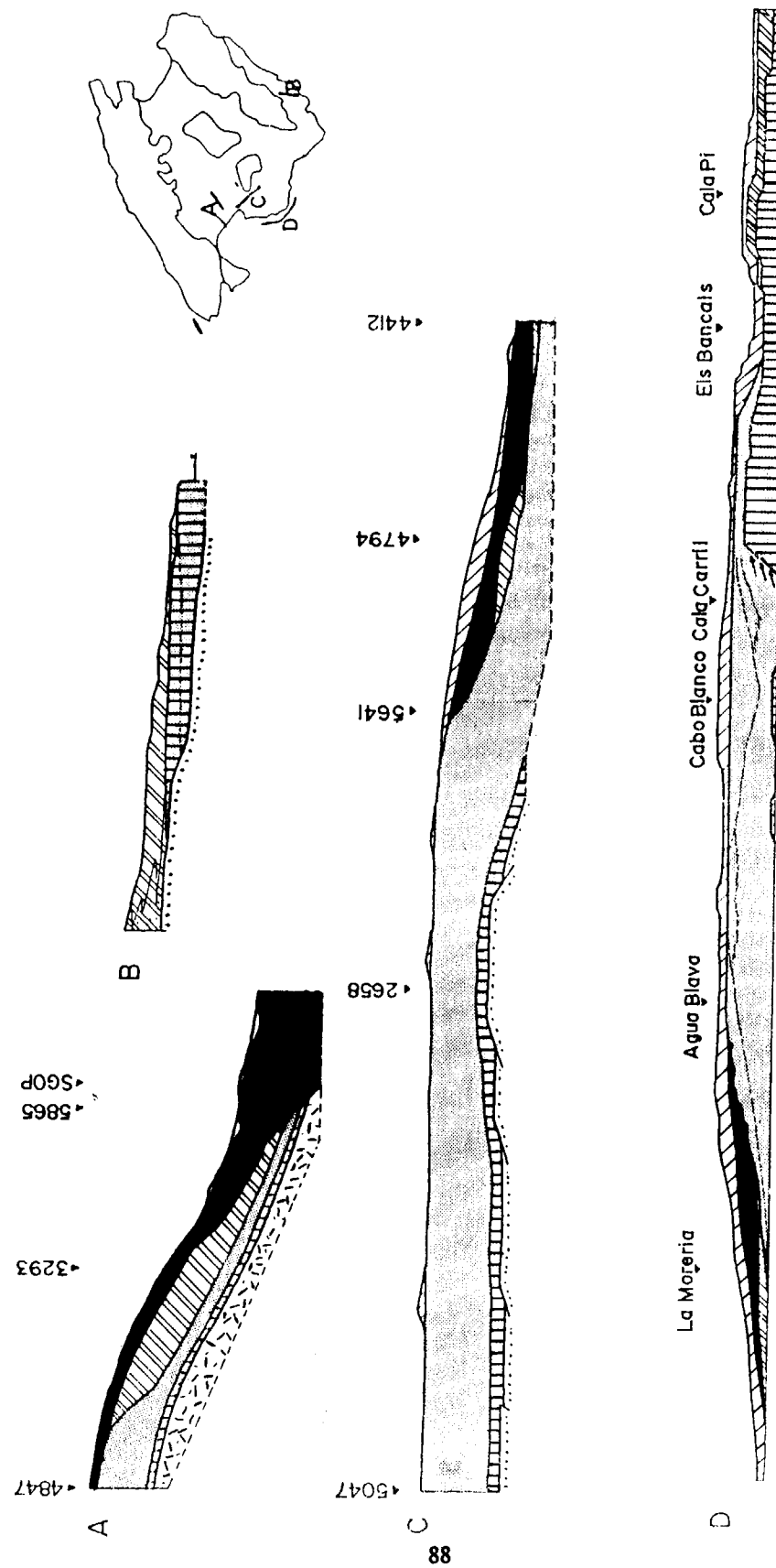


Figura 23b
 Figura 23, a, y b.—Esquemas de cortes estratigráficos que muestran la relación entre las distintas secuencias. Observar las superficies de erosión que las limitan. Esquemas realizados a partir de datos de campo y sondeo.

El trabajo se realizó en estrecha cooperación con Mariano Alvaro, Pedro del Olmo y José Ramírez del Pozo, equipo de C. G. S., que realiza las Hojas Geológicas 1:50.000 (MAGNA), de Mallorca, beneficiándose de la experiencia por ellos acumulada en la Isla. Todas las dataciones y determinaciones paleontológicas utilizadas en este trabajo han sido realizadas por el Dr. Ramírez del Pozo.

Por último, agradecemos a Antonio Barnolas, del IGME, que diseñó y dirigió el mencionado Proyecto, las orientaciones de él recibidas durante su realización, así como las facilidades dadas para la publicación de este trabajo, y al IGME, en particular, la autorización y publicación del mismo.

BIBLIOGRAFIA

ALVARO, M., y DEL OLMO, P.: *Las unidades tectónicas de la Sierra Norte de Mallorca (Islas Baleares)*. Com. I Congreso Nac. Geol. (1984).

ALVARO, M.; BARNOLAS, A.; DEL OLMO, P.; RAMÍREZ DEL POZO, J., y SIMÓ, A.: *Las Brechas Negras y Olistolitos de la Sierra Norte de Mallorca (Baleares)*. Interpretación estratigráfica y significado geodinámico. I Congr. Español de Geol., t. III, 159-167 (1984b).

ALVARO, M.; BARNOLAS, A.; DEL OLMO, P.; RAMÍREZ DEL POZO, J., y SIMÓ, A.: *El Neógeno de Mallorca: Caracterización sedimentológica y bioestratigráfica*. Bol. Geol. Min., XCV-I, 3-25 (1984).

BARÓN, A.: *Estratigrafía del Mioceno medio y superior postorogénico de la isla de Mallorca*. Premio Ciudad de Palma. Inédito (1976).

BARÓN, A., y POMAR, L.: *Recent distribution of Neogene sedimentation areas of the Mediterranean; area 405: Balearic depression*. IGCP project núm. 25 (UNESCO, IUGS) (1978).

COLOM, G.: *Los Foraminíferos del Burdigaliense de Mallorca*. Mem. Real Acad. Ciencias y Artes de Barcelona, núm. 653, vol. 33, núm. 5, 140 pp., 25 láms. (1956).

COLOM, G., y ESCANDELL, O. O.: *Nota preliminar sobre el hallazgo de lechos lacustres del Burdigaliense superior en Mallorca*. Not. y Com. IGME, núm. 55, pp. 33-59 (1959).

COLOM, G.: *Los depósitos lacustres del Burdigaliense superior de Mallorca*. Mem. Real Acad. Cienc. y Artes de Barcelona, núm. 728, vol. 38, núm. 5, p. 69 (1967).

COLOM, G.: *Geología de Mallorca*. Dip. Prov. de Baleares. Inst. Estudios Baleáricos, CSIC, 2 vols., 522 pp (1975).

COLOM, G.: *Nota preliminar sobre la existencia de Plioceno inferior marino en Mallorca (Baleares)*. Acta geol. Hisp., t. XV, núm. 2, pp. 45-49 (1980).

ESQUIZÁBAL: *Estudio estratigráfico y sedimentológico del Burdigaliense de Randa (Mallorca)*. Tesis licenciatura. Univ. Autón. Barcelona, inédita (1982).

ESTEBAN, M.; BARÓN, A.; CALVET, F., y POMAR, L.: *The Messinian Reefs of Mallorca in the Messinian Reefs of Spain*. Por M. Esteban Ed. (1976).

ESTEBAN, M.: *Significance of the upper Miocene coral reefs of the western Mediterranean*. Palaeog., Palaeod. Palaeocol, 9, pp. 169-188 (1979-80).

ESTEBAN, M., y GINER, J.: *Messinian coral reefs and erosional surfaces in Cabo de Gata (Almería, SE Spain)*. Acta Geol. Hisp., 4 (5), pp. 97-104 (1980).

FALLOT: *Etude géologique de la Sierra de Majorque*. Thèse Polytechnique Ch. Beranger, París (1922).

FORNÓS, J. J.: *Estudi sedimentològic del Miocè Terminal de l'illa de Mallorca*. Tesi Lic. Univ. Barcelona, 228 pp. (1983).

FORNÓS, J. J., y POMAR, L.: *Mioceno superior de Mallorca: Unidad Calizas de Santanyi («Complejo Terminal»), Itinerario E. en: El Terciario de las Baleares*. Guía de las Excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología. Menorca, septiembre (1983).

FORNÓS, J. J. y POMAR, L.: *Facies, ambientes y secuencias de plataforma carbonatada somera (Fm. Calizas de Santanyi) en el Mioceno terminal de Mallorca (Islas Baleares)*. In A. Obrador Tudurí (Ed.). Homenaje a L. Sánchez de la Torre. Publ. Geol., núm. 20, Univ. Autónoma de Barcelona, 319-338 (1984).

FORNÓS, J. J.; POMAR, L., y RODRÍGUEZ PEREA, A.: *A composite sequence of alluvial-fan coastal and sea-cliff deposits in the Upper Miocene of the Cabrera Island (Balearic Island)*. In A. Obrador Tudurí (Ed.). Homenaje a L. Sánchez de la Torre. Publ. Geol., núm. 20, Univ. Autónoma Barcelona, 85-95 (1984).

GARCÍA YAGÜE, A., con la col. de MUNTANER, A.: *Estudio Hidrogeológico del Llano de Palma*. Min. Obras Públicas, D. G. O. H., SGOP, 3 tomos, septiembre 1968 (1968).

HAIIME, J.: *Notice sur la Geologie de l'île de Majorque*. Bull. Soc. Geol. de France, 12, 734-752 (1855).

HARDIER, L. D., and EURGSTER, H. P.: *The depositional environment of marin evaporites a case for shallow, clastic accumulation*. Sedimentology, 16, pp. 187-220 (1971).

HSÜ, K. J., y RYAN, W. B. F.: *Comments on «The crustal structure of the Balearic sea»*. In Light of deeps sea drilling in the Mediterranean. Tectonophysics, 20, 303-306 (1973).

KINGSTON, D. R.; DISHROON, C. P., and WILLIAMS, P. A.: *Global Basin Classification System*. A. A. P. G. Bull., 67, 2175-2193 (1983).

MEIN, P., y ADROVER, R.: *Une faunule de mammifères insulaires dans le Miocène moyen de Majorque (Iles Baléares)*. Geobios. mem. sp., 6, pp. 451-463, Lyon (1982).

OLIVEROS, J. M.; ESCANDELL, B., y COLOM, G.: *El Burdigaliense superior salobre-lacustre en Mallorca*. Mem. del IGME, 61, pp. 265-348 (1960).

- POMAR, L.: *Tectónica de gravedad en los depósitos Mesozoicos. Paleógenos y Neógenos de Mallorca (España)*. Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 21, 159-175 (1976).
- POMAR, L.: *La evolución tectonosedimentaria de las Baleares: Análisis Crítico*. Acta Geol. Hispánica, XIV, 293-310. Homenatge a Ll. Solé i Sabarís (1979).
- POMAR, L., y COLOM, G.: *Depósitos de flujos gravitatorios en el Burdigaliense de Es Racó d'es Gall-Auconasa (Sóller-Mallorca)*. Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 22, 119-136 (1977).
- POMAR, L.; OBRADOR, A.; FORNÓS, J., y RODRÍGUEZ-PÉREA, A.: *El Terciario de las Baleares (Mallorca, Menorca)*. Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología. Menorca (1983).
- RODRÍGUEZ-PÉREA, A.: *Estudio sedimentológico del Mioceno Basal Transgresivo de la Sierra Norte de Mallorca*. Tesis Lic. Univ. Barcelona, 155 pp. (1981).
- RODRÍGUEZ-PÉREA, A., y POMAR GOMÁ, Ll.: *El Mioceno de la Sierra Norte de Mallorca (Sector centro-oriental)*. Acta Geol. Hispánica, 18, 105-116 (1983).
- RODRÍGUEZ-PÉREA, A.: *El Mioceno de la Serra Nord de Mallorca. Estratigrafía, sedimentología e implicaciones estructurales*. Tesis Doctoral. Univ. de Barcelona y Palma de Mallorca, 532 pp. (1984a).
- RODRÍGUEZ-PÉREA, A.: *La Formación Calcarenítica de St. Elm: un ejemplo de plataforma mixta terrígeno-carbonatada*. In A. Obrador Tudurí (Ed). Homenaje a L. Sánchez de la Torre. Publ. Geol., núm. 20. Univ. Aut. Barcelona, 399-417 (1984b).
- ROUCHY, J. M.: *La sedimentation evaporitique Messinienne sur les marges Méditerranéennes Neogen*. Athenes (1979).
- ROUCHY, J. M.: *La genèse des évaporites Messiniennes de Méditerranée: Un Bilan*. Bull. Cent. Rech. Explor-Prod. Elf Aquitaine, 4, 1, 511-545 (1980).
- SIMÓ, A.: *El Mioceno de la Cuenca de Palma, St. Margarita, La Pobla y Campos, y la plataforma de Lluchmayor: Estudio de sondeos*. Informe interno del IGME (1982).
- SIMÓ, A., y RAMÓN, X.: *El Mioceno postorogénico del Llano central, plataforma de Lluchmayor y de Marina de Llevant: Estudio de sondeos*. Informe interno del IGME (1983).
- STANLEY, D. J.; GOT, H.; LEENHARDT, O., y WEILER, Y.: *Subsidence of the Western Mediterranean Basin in Pliocene Quaternary Time: further Evidence*. Geology, pp. 345-350 (1974).
- VAI, G. B., y RICCI LUCHI, F.: *The Vena del Gesso in Northern Apennine: Growth and mechanical breakdown of gipsifiel algar crust*. Mem. Soc. Geol. It., 16, Erice Seminar, pp. 217-249 (1978) (1978).
- VAIL, P. R.; MITCHUM, R. H., and THOMPSON, S.: *Seismic stratigraphy and global changes of Sea level, Part 4: Global Cycles of Relative Changes of Sea Level in Payton, Ch. E. (Ed.): Seismic stratigraphy-applications to Hydrocarbon exploration*. A. A. P. G. Mem., 26, 63-81 (1977).
- ZIEGLER: *Inverted Mesozoic basin in the Alpin Foreland. Abstracts third EUG Meeting*. Terra Cognita, vol. 5, núm. 2-3, p. 103 (1985).

Metalogenia de las mineralizaciones argentíferas del Sistema Central: Zona de La Acebeda-Robregordo

Por N. MAYOR YAGUE (*), E. VINDEL CATENA (*) y R. LUNAR HERNANDEZ (*)

RESUMEN

En este trabajo se estudian los caracteres geológicos, geoquímicos y metalogénicos de las mineralizaciones argentíferas de La Acebeda-Robregordo en la Sierra de Guadarrama.

La paragénesis pertenece al tipo q (Pb-Ag-Bi), con matildita como mineral principal de plata.

Los caracteres geoquímicos de las rocas encajantes revelan que no existen anomalías en elementos metalogénicos en las mismas, excepto en las cercanías de fracturas mineralizadas.

Finalmente, se propone un origen hidrotermal de la mineralización en relación con el magmatismo calcoalcalino del Sistema Central.

ABSTRACT

In this paper the geological, geochemical and metallogenic features of the silver ores of La Acebeda-Robregordo (Sierra de Guadarrama) are studied.

Pb-Ag-Bi mineral association characterize the mineralization, with Matildite ore as the main silver mineral.

The geochemical features of the host rock have shown that in them there are no anomalies of metallogenic elements, except in the proximity of mineralized fractures.

Finally, a hidrotermal origin in relation with the calco-alkaline magmatism of the «Sistema Central» is proposed as an explanation of this mineralization.

1. INTRODUCCION

Las mineralizaciones de La Acebeda-Robregordo forman parte de una banda de mineralizaciones argentíferas, que se extiende de SO a NE en el Guadarrama centro-oriental. En ella están comprendidas las mineralizaciones de Bustarviejo, Gargantilla de Lozoya, Oteruelo del Valle, La Acebeda-Robregordo, Horcajuelo de la Sierra, Prádena del Rincón, Tamajón y finalmente en su extremo NE las conocidas minas de Hiendelaencina.

La zona objeto de este estudio está situada en la vertiente oriental del macizo de Somosierra, en el límite entre las provincias de Madrid, Segovia y Guadalajara comprendido en la Hoja del M. T. N. a escala 1:50.000, núm. 458 (Prádena) (figura 1).

(*) Departamento de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. 28040 Madrid.

En esta zona se han reconocido pequeños filones con mineralización de plata, cuya situación se puede observar en la tabla I y figura 2.

2. ENCUADRE GEOLOGICO REGIONAL

Desde el punto de vista geológico, el área estudiada se encuentra en el sector centro-oriental del Sistema Central Español, en la Sierra de Guadarrama que se sitúa en el límite entre la zona galaico-castellana y la astur-occidental leonesa de LOTZE (1945) y en la zona centroibérica de JULIVERT et al. (1974).

Los materiales que afloran en los alrededores de Somosierra son gneises glandulares y metasedimentos («Formación Buitrago», FERNÁNDEZ CASALS, 1975), todos ellos de edad preordovícica. Fueron afectados por la orogenia hercínica y sufrieron un metamorfismo regional, el cual se

TABLA I

Situación de indicios mineros en La Acebeda-Robregordo

Núm. indicio	Coordenadas Lambert X	Coordenadas Lambert Y	Coordenadas geográficas	Localidad (Denominación)	Labores mineras
1	602,7	721,7	0° 01' 50" N 41° 06' 10" E	Acebeda (Puerto de la Acebeda)	Escombrera y trinchera.
2	605,8	721,3	0° 04' 05" N 41° 05' 37" E	Acebeda (La Platera)	Escombrera y trinchera (*)
3	605,5	722,6	0° 03' 50" N 41° 06' 25" E	Acebeda (Los Rasos)	Pequeña escombrera
4	605,9	722,8	0° 04' 10" N 41° 06' 30" E	Acebeda (Prados de la Ermita del Saz)	Escombrera (*)
5	606,8	721,2	0° 04' 50" N 41° 05' 45" E	Acebeda (Carcabón)	Trinchera y pozos con escombreras (*)
6	606,4	723,3	0° 04' 35" N 41° 06' 55" E	Robregordo (Arroyo de las Atalayas)	Trinchera y escombrera

(*) Filón reconocible.

caracteriza por ser de tipo Barrowiense al E de la vertical de Somosierra (FUSTER et al., 1974; APARICIO y GALÁN, 1980; BELLIDO et al., 1981) y de baja presión y gradiente geotérmico intermedio hacia el O (FUSTER et al., 1974; PEINADO, 1970, 1973).

Las únicas rocas ígneas cercanas al área de estudio están representadas por el batolito granítico de La Cabrera y por una gran variedad de diques pegmoaplíticos que encajan en los materiales metamórficos.

3. EL MEDIO ENCAJANTE

Los materiales que constituyen el medio encajante de las mineralizaciones son: gneises glandulares, metasedimentos, leucogneises cuarzo-feldespáticos y pegmoaplitas.

En los gneises glandulares se pueden distinguir dos tipos, el primero es el que forma el encajante de la mineralización de la Ermita del Saz y del Arroyo de las Atalayas, se caracteriza por poseer glándulas dispersas de feldespato, abundantes biotitas dispuestas en «nidos» y cristales individualizados de cuarzo, así como un contenido apreciable en sillimanita. El segundo tipo de

gneis glandular corresponde a los materiales encajantes de la posible prolongación hacia el sur del filón del Carcabón, tiene una foliación micácea muy marcada constituida principalmente por moscovita que rodea a abundantes glándulas de feldespato potásico y cristales alotriomorfos de cuarzo.

De igual forma se pueden distinguir dos tipos de metasedimentos, uno de ellos se encuentra en afloramientos de pequeñas dimensiones, que aparentemente no están relacionados con ningún tipo de indicio. Están constituidos por una alternancia de bandas finas de color claro con predominio de cuarzo y oscuras con predominio de moscovita y clorita. Estos materiales están intensamente milonitizados.

Otro tipo de metasedimentos es el que forma la roca encajante del indicio denominado Puerto de La Acebeda, se caracteriza por un alto contenido en sillimanita y por la presencia de gruesas bandas oscuras muy ricas en biotita, que alternan con otras claras de menor espesor ricas en cuarzo y feldespato (fig. 3). También es posible observar un alto grado de milonitización.

En los leucogneises cuarzo-feldespáticos el cuarzo se dispone en bandas claras rodeado por una foliación micácea rica en biotita. Estos materiales

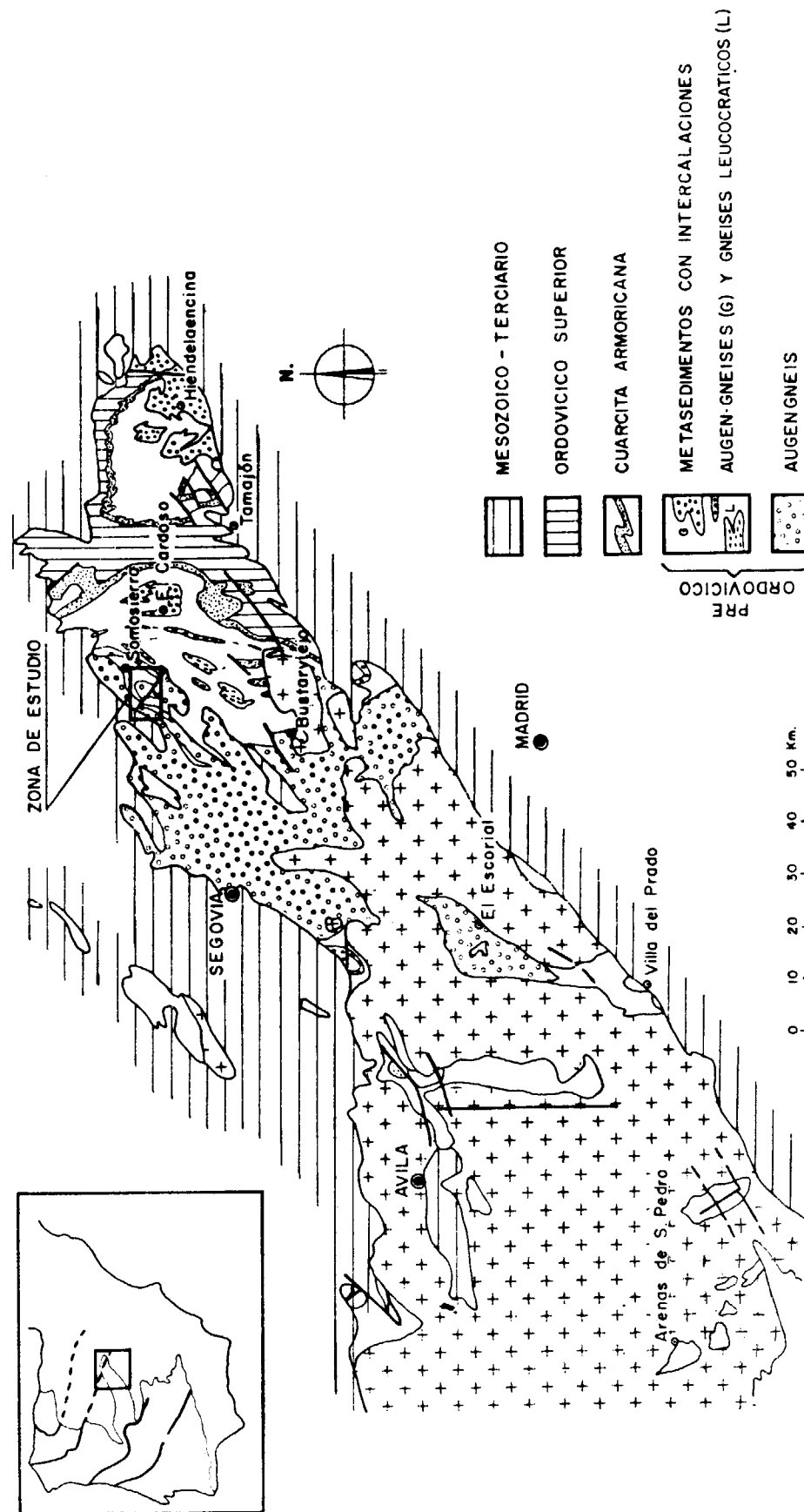


Figura 1.—Situación geográfica y geológica de las mineralizaciones de La Acebeda-Robregordo (CAPOTE et al., 1977).



Figura 2.—Esquema geológico-estructural y situación de indicios de la zona de estudio (los números rodeados por un círculo corresponden a indicios representados en la Tabla I).

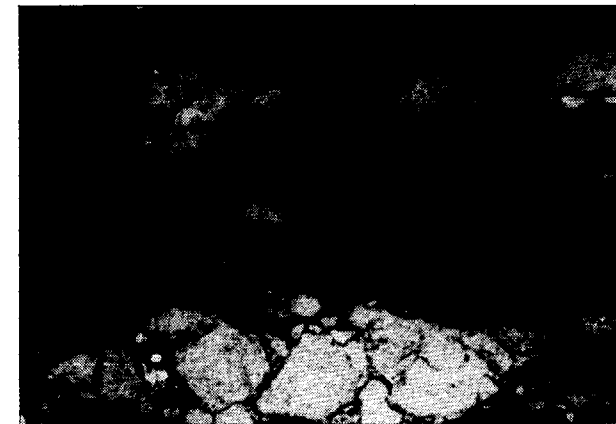


Figura 3. Microfotografía de los metasedimentos biotítico-sillimaníticos encajantes de la mineralización del Puerto de La Acebeda. Obsérvese el carácter acintado del feldspato potásico y la marcada foliación constituida por agregados biotítico-sillimaníticos. Luz transmitida (L. N. X 6,3).

constituyen la roca encajante de La Platera y el Carcabón.

Las pegmoaplitas atraviesan a los materiales anteriormente descritos y su aspecto es el de una roca muy clara, en la que el tamaño de los cristales es muy variable. En ocasiones suelen aparecer estrechamente relacionadas con filones mineralizados.

En las rocas encajantes se observan fenómenos de alteración hidrotermal, tales como sericitización, silicificación, piritización, caolinización y turmalinización. Estas alteraciones se restringen al inmediato contacto con los filones y su intensidad decrece rápidamente con la lejanía al mismo. La sericitización es la alteración más frecuente y la que alcanza mayor desarrollo. La silicificación es también un proceso muy generalizado y texturalmente se observa como cristales de cuarzo dispuestos en mosaico o rellenando fisuras. La piritización se puede observar en los indicios de la zona de La Platera y se produce como consecuencia de la reacción del azufre de los fluidos hidrotermales con los minerales ferromagnesianos de la roca caja. La caolinización y la turmalinización únicamente se han podido observar en los indicios del Carcabón y en el de la Ermita del Saz, respectivamente.

4. MORFOLOGIA Y DISPOSICION DE LA MINERALIZACION

Actualmente las labores mineras son inaccesibles, no obstante, todavía se puede reconocer en las cercanías de los indicios la existencia de algunos pozos, escombreras y trincheras (tabla I) que la erosión y la intensa vegetación de la zona han enmascarado casi por completo. En los puntos donde se han podido reconocer afloramientos de los filones mineralizados se observa como éstos son discordantes con la roca encajante y presentan un marcado control estructural (N 30°-35° E, Mina de La Platera; N 80° E, Mina de la Ermita del Saz, y N 130° E, Mina de El Carcabón).

El buzamiento es subvertical y la potencia oscila desde centimétrica hasta dos metros en El Carcabón. No se observa control litológico, pues la mineralización no experimenta variaciones al atravesar distintos tipos de gneises. La morfología corresponde a filones de tipo simple con abundantes apófisis laterales (fig. 4), que en algunos casos llegan a englobar fragmentos de roca alterada.

La longitud no se ha podido determinar, puesto que los afloramientos son escasos. En base a datos antiguos, obtenidos durante la realización de labores subterráneas (SABATER, 1857; SÁNCHEZ LOZANO, 1898), es posible que no sobrepasen el centenar de metros.

En cuanto a la disposición de la mineralización son frecuentes las texturas en «peine» y las crustificaciones simétricas. También se observa en for-



Figura 4.—Filones de la mineralización de la Ermita del Saz, con ramificaciones laterales que engloban fragmentos de roca encajante.

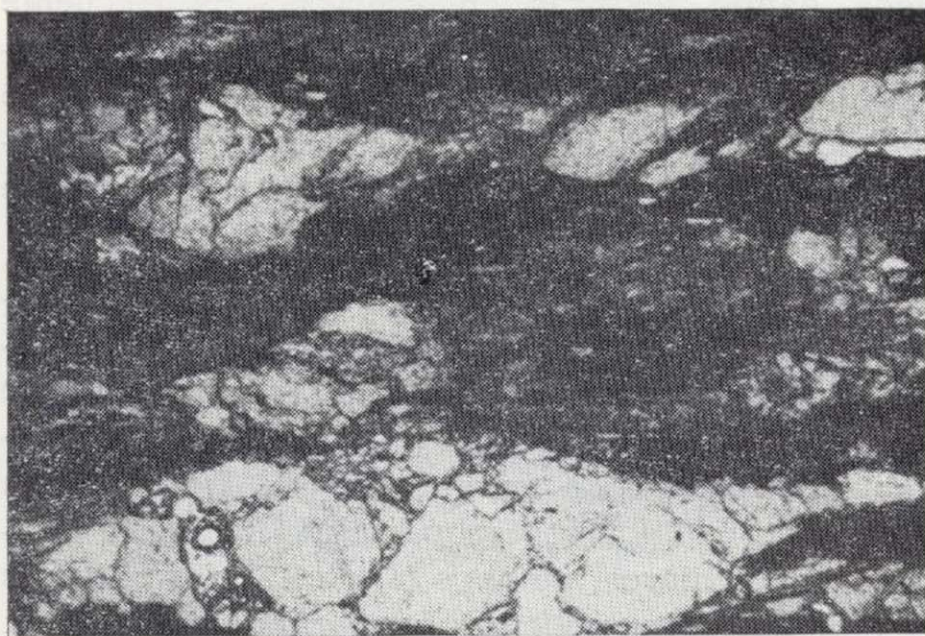


Figura 3. Microfotografía de los metasedimentos biotítico-sillimaníticos encajantes de la mineralización del Puerto de La Acebeda. Obsérvese el carácter acintado del feldespato potásico y la marcada foliación constituida por agregados biotítico-sillimaníticos. Luz transmitida (L. N. X 6,3).

constituyen la roca encajante de La Platera y el Carcabón.

Las pegmoaplititas atraviesan a los materiales anteriormente descritos y su aspecto es el de una roca muy clara, en la que el tamaño de los cristales es muy variable. En ocasiones suelen aparecer estrechamente relacionadas con filones mineralizados.

En las rocas encajantes se observan fenómenos de alteración hidrotermal, tales como sericitización, silicificación, piritización, caolinización y turmalinización. Estas alteraciones se restringen al inmediato contacto con los filones y su intensidad decrece rápidamente con la lejanía al mismo. La sericitización es la alteración más frecuente y la que alcanza mayor desarrollo. La silicificación es también un proceso muy generalizado y texturalmente se observa como cristales de cuarzo dispuestos en mosaico o rellenando fisuras. La piritización se puede observar en los indicios de la zona de La Platera y se produce como consecuencia de la reacción del azufre de los fluidos hidrotermales con los minerales ferromagnesianos de la roca caja. La caolinización y la turmalinización únicamente se han podido observar en los indicios del Carcabón y en el de la Ermita del Saz, respectivamente.

4. MORFOLOGIA Y DISPOSICION DE LA MINERALIZACION

Actualmente las labores mineras son inaccesibles, no obstante, todavía se puede reconocer en las cercanías de los indicios la existencia de algunos pozos, escombreras y trincheras (tabla I) que la erosión y la intensa vegetación de la zona han enmascarado casi por completo. En los puntos donde se han podido reconocer afloramientos de los filones mineralizados se observa como éstos son discordantes con la roca encajante y presentan un marcado control estructural (N 30°-35° E, Mina de La Platera; N 80° E, Mina de la Ermita del Saz, y N 130° E, Mina de El Carcabón).

El buzamiento es subvertical y la potencia oscila desde centimétrica hasta dos metros en El Carcabón. No se observa control litológico, pues la mineralización no experimenta variaciones al atravesar distintos tipos de gneises. La morfología corresponde a filones de tipo simple con abundantes apófisis laterales (fig. 4), que en algunos casos llegan a englobar fragmentos de roca alterada.

La longitud no se ha podido determinar, puesto que los afloramientos son escasos. En base a datos antiguos, obtenidos durante la realización de labores subterráneas (SABATER, 1857; SÁNCHEZ LOZANO, 1898), es posible que no sobrepasen el centenar de metros.

En cuanto a la disposición de la mineralización son frecuentes las texturas en «peine» y las crustificaciones simétricas. También se observa en for-



Figura 4.—Filones de la mineralización de la Ermita del Saz, con ramificaciones laterales que engloban fragmentos de roca encajante.

ma de «nidos» rellenando huecos y fisuras en el cuarzo filoniano.

5. MINERALOGIA

La paragénesis de los yacimientos de La Acebeda-Robregordo está constituida por los siguientes minerales (*):

- Minerales hipogénicos: ARSENOPIRITA, ESFALERITA, PIRITA, GALENA, Pirrotina, Calcopirita, Freibergita, Matildita, Pirargirita, Bismuto nativo, Marcasita.
- Minerales supergénicos: Escorodita, Goethita, Hematites, Covellina.
- Minerales de la ganga: Cuarzo.

Minerales hipogénicos

Arsenopirita: es uno de los minerales más abundantes. Aparece en forma de cristales idiomorfos o subidiomorfos y textura cataclástica debido a su fragilidad y temprana cristalización (foto 1). Las grietas y fisuras formadas durante esta primera etapa de brechificación son rellenadas por minerales posteriores. Suele tener inclusiones de pirrotina de morfología irregular o subredondeadas.

Pirrotina: es el primer mineral en formarse y se encuentra como accesorio. Se observa exclusivamente incluido en arsenopirita con formas irregulares o de pequeñas «gotas», así como con formas de mayor tamaño y bordes paralelos a los de los cristales idiomorfos de arsenopirita. Frecuentemente estas inclusiones están en contacto con calcopirita y galena.

Pirita: se encuentra en forma de masas irregulares asociada a arsenopirita, englobando y rellenando fracturas entre los cristales de esta última y como cristales idiomorfos asociados a la ganga. Es el segundo mineral en orden de abundancia después de la arsenopirita. A veces, los huecos y fracturas en la pirita están rellenos por calcopirita y más frecuentemente por galena.

Esfalerita: rellena huecos en la arsenopirita y la ganga y es generalmente reemplazada por ga-

(*) Se indican con mayúscula los minerales principales y con minúscula los accesorios.

lena dando texturas en «caries». Es frecuente que presente exoluciones de calcopirita con formas irregulares, gotas y laminillas. También se pueden observar granos de esfalerita con morfologías subredondeadas de pequeño tamaño sobre calcopirita, asociados a freibergita.

Calcopirita: es un mineral accesorio. Se encuentra rellenando huecos y fisuras en arsenopirita, pirita, esfalerita (foto 2) y cuarzo. En este último caso va asociada a freibergita, la cual rellena huecos en la calcopirita. Es frecuente en forma de exoluciones sobre esfalerita con morfologías irregulares, gotas y laminillas. También es posible observar películas intergranulares (foto 3).

Freibergita: mineral muy escaso, sólo aparece rellenando huecos en calcopirita en el indicio del Puerto de La Acebeda. Su morfología es irregular, de bordes curvados y de variable tamaño. Suele estar asociada a pequeños granos de esfalerita. Para determinar su composición químico-mineralógica se ha realizado un análisis mediante microsonda electrónica (tabla II, muestra 1). Los resultados obtenidos han permitido determinar que se trata de una tetraedrita rica en Ag, término freibergita.

Galena: es uno de los últimos sulfuros en formarse, puesto que se observa cómo rellena huecos y fisuras en el cuarzo y los minerales metálicos previamente depositados. Es relativamente abundante y muy frecuente su asociación con matildita y bismuto nativo (foto 4).

Reemplaza a esfalerita, quedando en ocasiones restos de las exoluciones de calcopirita incluidos en galena. Son muy comunes las texturas en «caries» como consecuencia de este reemplazamiento.

Matildita. Es el mineral de plata más abundante. Se encuentra siempre asociada a galena y/o bismuto nativo. En el primer caso aparece en forma de exoluciones o creciendo en continuidad espacial con galena. Las exoluciones presentan variada morfología, observándose formas laminares, subredondeadas y angulares, en ocasiones alineadas. También son frecuentes las texturas en enrejado (tipo Widmanstätten) dispuestas según planos (111) y (100) de la galena (foto 5).

La matildita puede aparecer también como granos alotriomorfos y subredondeados rellenando espacios en la ganga o entre otros minerales metálicos. En este caso suelen presentar incluidas «gotas» u ovoides de bismuto nativo (foto 6).

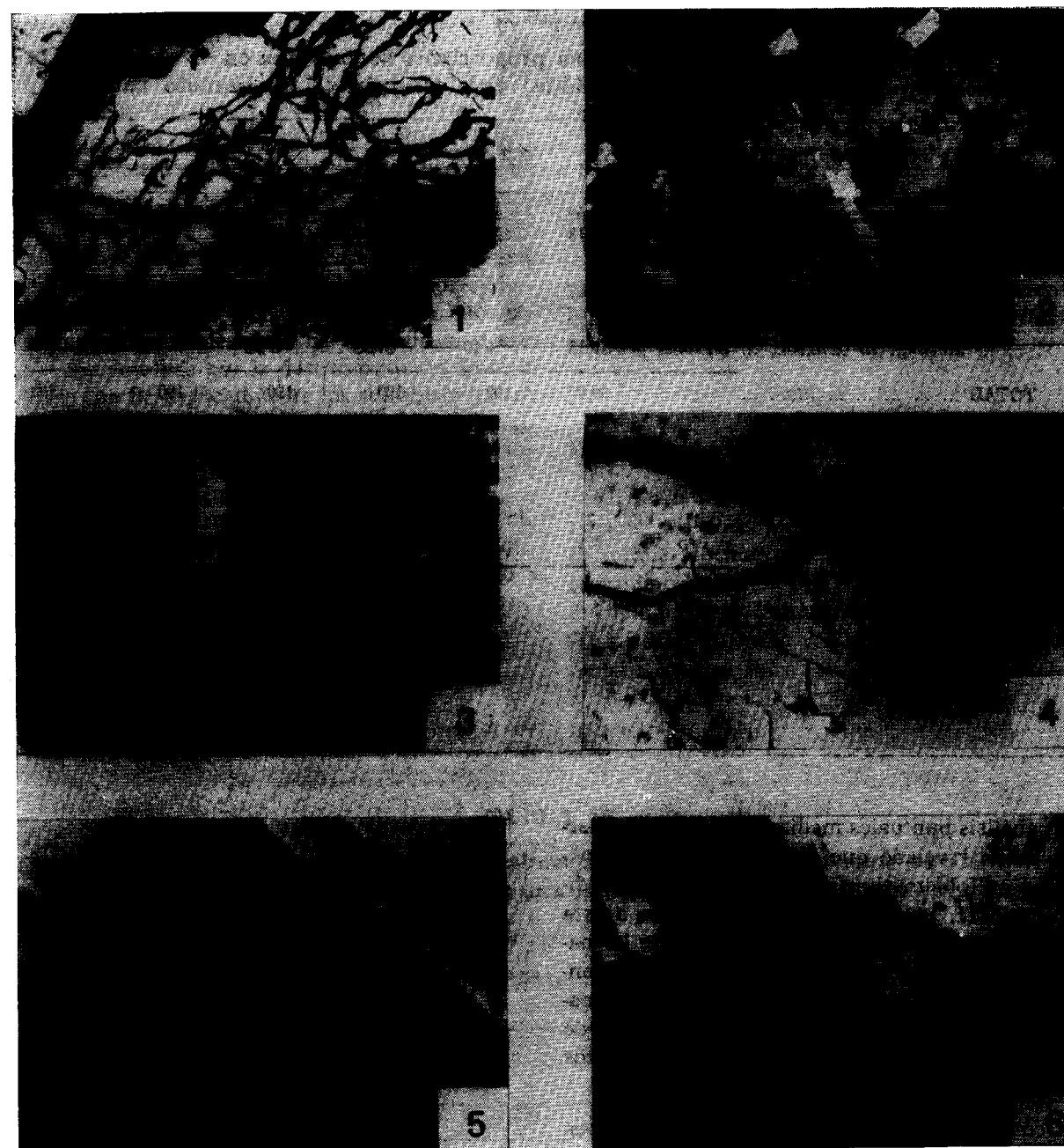


Foto 1.—Arsenopirita cataclástica (blanco) reemplazada por escorodita (gris) a favor de bordes de grano y fisuras. L. Reflj. L. N.

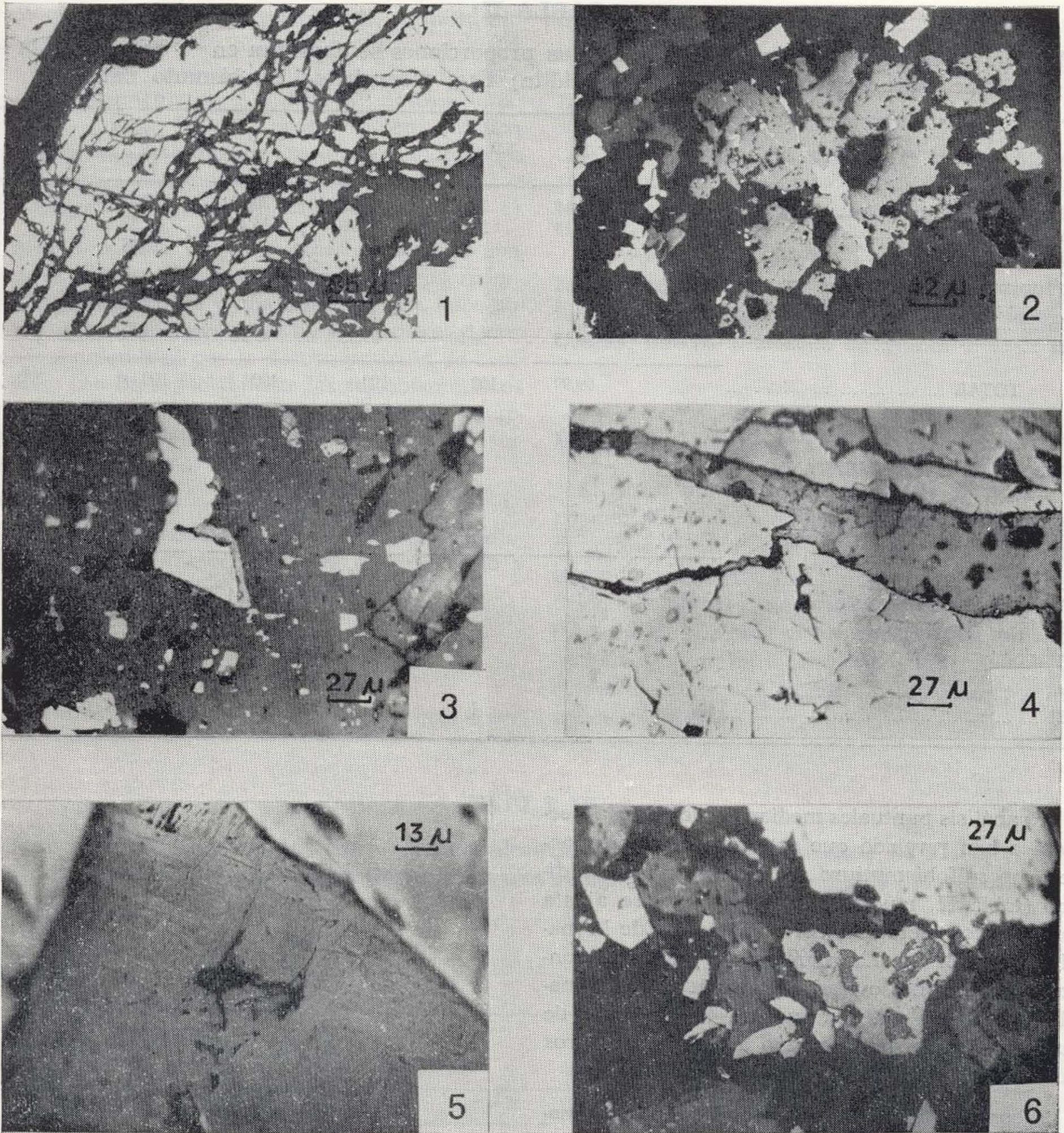
Foto 2.—Granos de esfalerita (gris claro) con calcopirita (blanco) como exoluciones en forma de «gotas» y como relleno de huecos y fisuras. L. Reflj. L. N.

Foto 3.—Película intergranular incompleta de calcopirita (gris claro) rodeando un cristal de arsenopirita (blanco) incluido dentro de un grano de esfalerita (gris oscuro). L. Reflj. L. N.

Foto 4.—Matildita (gris claro) en continuidad espacial con galena (gris oscuro) rellenando una fisura en arsenopirita (blanco). L. Reflj. L. N.

Foto 5.—Galena (gris oscuro) con un enrejado tipo «Widmanstätten» de matildita (gris claro), rellenando huecos en arsenopirita (blanco). L. Reflj. L. N.

Foto 6.—Matildita (gris claro) con gotas de bismuto nativo. También se observan granos de esfalerita (gris oscuro) y arsenopirita (blanco). L. Reflj. L. N.



- Foto 1.—Arsenopirita cataclástica (blanco) reemplazada por escorodita (gris) a favor de bordes de grano y fisuras. L. Reflj. L. N.
- Foto 2.—Granos de esfalerita (gris claro) con calcopirita (blanco) como exoluciones en forma de «gotas» y como relleno de huecos y fisuras. L. Reflj. L. N.
- Foto 3.—Película intergranular incompleta de calcopirita (gris claro) rodeando un cristal de arsenopirita (blanco) incluido dentro de un grano de esfalerita (gris oscuro). L. Reflj. L. N.
- Foto 4.—Matildita (gris claro) en continuidad espacial con galena (gris oscuro) relleno una fisura en arsenopirita (blanco). L. Reflj. L. N.
- Foto 5.—Galena (gris oscuro) con un enrejado tipo «Widmanstätten» de matildita (gris claro), relleno huecos en arsenopirita (blanco). L. Reflj. L. N.
- Foto 6.—Matildita (gris claro) con gotas de bismuto nativo. También se observan granos de esfalerita (gris oscuro) y arsenopirita (blanco). L. Reflj. L. N.

TABLA II

Análisis mediante microsonda electrónica (las proporciones se expresan en % en peso). Abreviaciones: Frb, freibergita; Mt, matildita; Prg, pirargirita; Bi, bismuto nativo

	1 Frb	2 Mt	3 Mt	4 Mt	5 Mt	6 Prg	7 Bi
S	24,28	16,68	17,22	17,75	20,55	17,45	
Ag	27,73	28,18	26,68	24,90	36,47	62,50	
Sb	21,02					20,05	
Cu	19,27						
Fe	5,38						
Zn	2,38						
Bi		55,13	56,10	57,35	42,98		100
TOTAL		99,99	100	100	100	100	100

FORMULAS EXPERIMENTALES

	1 Frb	2 Mt	3 Mt	4 Mt	5 Mt	6 Prg	7 Bi
S	13	1,99	2,17	2,4	3,13	3	
Ag	4,40	1	1	1	1,64	3,18	
Sb	2,94					0,9	
Cu	5,19						
Fe	1,64						
Zn	0,60						
Bi		1	1	1,19	1		1

Los análisis puntuales mediante microsonda electrónica han revelado que este mineral corresponde a un sulfobismutiuro de plata de tipo matildítico (tabla II, muestras 2, 3 y 4) que se ajusta casi por completo a la fórmula teórica de la matildita (Ag Bi S₂). Las muestras 2 y 3 corresponden a exoluciones ovaladas y redondeadas de matildita sobre galena y la muestra 4 a un grano de matildita con bismuto nativo aislado entre otros minerales.

La composición de la muestra 5 (tabla II), matildita con textura en enrejado, varía ligeramente en relación a las muestras anteriores, puesto que se observa un aumento significativo de azufre y plata.

Desde el punto de vista de una distribución zonal de los contenidos en Ag en los indicios estudiados, se puede apreciar un incremento del mismo en La Platera (muestra 5) en relación al Puerto de La Acebeda (muestras 2, 3 y 4), lo que se refleja en el diagrama ternario de la figura 5.

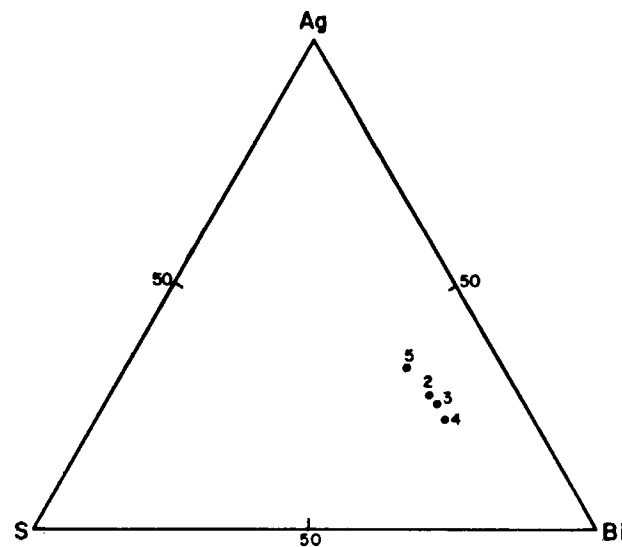


Figura 5.—Representación de las muestras de sulfobismutiuros de plata (matildita) en un diagrama ternario Bi-Ag-S.

Pirargirita. Aparece en forma de cristales alotriomorfos rellenando huecos en cuarzo y asociado a galena y matildita. Este mineral se ha reconocido únicamente en el indicio del Arroyo de las Atalayas (tabla III). Su composición químico-mineralógica determinada mediante microsonda electrónica corresponde con bastante precisión a la pirargirita, Ag₃ Sb S₃ (tabla II, muestra 6).

Bismuto nativo. Es muy escaso y siempre aparece en forma de gotas, ovoides o granos redondeados sobre galena o matildita, lo que hace suponer que posiblemente se ha formado al decrecer la temperatura por la descomposición de compuestos con Bi, especialmente los sulfobismutiuros de plata. El análisis químico-mineralógico ha revelado que se trata de bismuto nativo puro (tabla II, muestra 7).

Marcasita. Mineral muy escaso que no se observa en la totalidad de los yacimientos estudiados (tabla III). Aparece siempre reemplazando a los granos de pirita de borde a núcleo.

Minerales supergénicos

Goethita. Es el mineral de alteración más abun-

dante. Se encuentra reemplazando rítmicamente o en enrejado a la pirita. También cementa y rellena huecos y fisuras en la ganga, a veces con texturas coloidales.

Covellina. Es un mineral muy escaso. Aparece reemplazando a la calcopirita, mostrando una textura típica de enriquecimiento supergénico.

Escorodita. Es uno de los minerales de alteración más frecuentes junto con los óxidos de hierro. Reemplaza a la arsenopirita a lo largo de fisuras, huecos y bordes de grano.

Minerales de la ganga

El único mineral de la ganga es el cuarzo. Se pueden reconocer dos generaciones, una primera temprana asociada a la arsenopirita y pirita y una segunda constituida por un cuarzo intersticial tardío que aparece como prismas bien desarrollados (textura en «peine») y que rodea a los minerales metálicos. Son muy frecuentes los rellenos por óxidos de hierro en la parte central de estas texturas en «peine».

TABLA III

Localización de las distintas especies minerales existentes en los yacimientos de La Acebeda-Robogordo. El trazo discontinuo indica una disminución de la abundancia del mineral

LOCALIZACION MINERAL	PUERTO DE LA ACEBEDA	PLATERA	ERMITA DEL SAZ	CARCABÓN	ARROYO DE LAS ATALAYAS
Pirrotina	_____				
Arsenopirita	_____	_____	_____	_____	_____
Esfalerita	_____				
Calcopirita	_____			_____	_____
Freibergita	_____				
Galena	_____	_____	_____	_____	_____
Matildita	_____	_____		_____	_____
Pirargirita					_____
Bismuto nativo	_____	_____	_____	_____	_____
Marcasita		_____	_____		

6. PARAGENESIS Y SUCESION MINERAL

La paragénesis de los yacimientos de La Acebada-Robregordo corresponde al tipo q (Pb-Ag-Bi).

Según se indica en el esquema de paragénesis y sucesión mineral (fig. 6), se han diferenciado tres etapas metalogénicas, una primera de As-Fe, una segunda de Cu-Zn y finalmente la de más baja temperatura de Pb-Ag-Bi.

— Los primeros minerales en depositarse fueron: pirrotina, arsenopirita y pirita. Al final de la etapa As-Fe se produce una fase de brechificación que ha sido aprovechada por los restantes minerales para introducirse, rellenando huecos y fisuras en los minerales tempranos.

— A continuación se deposita esfalerita y calcopirita. Es posible definir dos etapas para la formación de calcopirita, la primera vendría definida por las exoluciones sobre esfalerita y la segunda se efectuaría después de la deposición de la misma (calcopirita como

relleno de huecos y fisuras en esfalerita y todos los minerales anteriores a esta última) y previa a la deposición de la galena y todos los minerales de la etapa Pb-Ag-Bi.

La tetraedrita rica en plata, freibergita, marca el tránsito entre la etapa Cu-Zn y Pb-Ag-Bi.

— Posteriormente se deposita galena y casi simultáneamente los minerales de plata y bismuto.

Se reconoce un cuarzo temprano asociado a los minerales de As-Fe y otro tardío bien cristalizado, previo a la deposición de los minerales de Pb-Ag-Bi.

Los reemplazamientos (R) son numerosos, fundamentalmente los de minerales hipogénicos, arsenopirita, pirita y calcopirita por supergénicos, escorodita, geothita y covellina, respectivamente.

Los datos sobre la temperatura de formación se han obtenido principalmente en base a las tex-

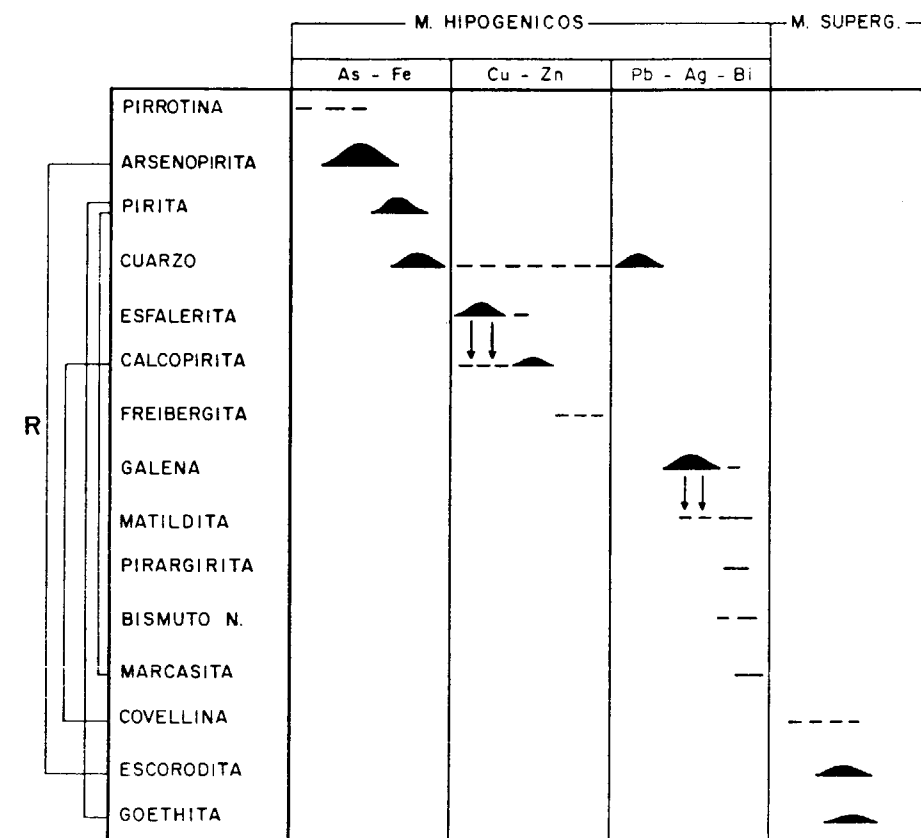


Figura 6.—Esquema de paragénesis y sucesión mineral.

— El espesor del trazo es aproximadamente proporcional a la abundancia del mineral en el yacimiento.

— Las flechas verticales indican procesos de exolución.

— R: Reemplazamientos.

TABLA IV

Resultados de los análisis geoquímicos realizados para Pb, Zn, Cu, Ag y Sb de los gneises encajantes próximos al filón de La Platera (expresados en ppm). Realizados en los laboratorios del C. E. A. M. (Peñarroya, España)

Número de muestra	Pb	Zn	Cu	Ag	Sb
P-1- SE	70	20	18	<1	≤25
P-3- SE	20	42	≤10	<1	≤25
P-5- SE	≤10	25	≤10	<1	≤25
P-10-SE	90	≤10	≤10	1	≤25
P-25-SE	≤10	60	≤10	<1	≤25
P-50-SE	≤10	45	≤10	<1	≤25
P-1- NO	≤10	14	≤10	2	40
P-3- NO	≤10	50	≤10	<1	≤25
P-5- NO	18	75	12	<1	30
P-10-NO	55	57	≤10	1	≤25
P-25-NO	105	≤10	≤10	1	≤25
P-50NO	12	58	15	1	≤25
P-O	115	55	780	15	≤25

turas de desmezcla, puesto que aunque la utilización de exoluciones como geotermómetros no indica datos del todo precisos, pueden servir de orientación. También se han utilizado temperaturas de inversión de algunos minerales.

Las exoluciones de calcopirita en esfalerita indican una temperatura de desmezcla de 500±10° C (CZMANSKE, 1974; MOH, 1975).

Las exoluciones de galena-matildita definen una temperatura de desmezcla de 215±15° C (CRAIG, 1967), siendo la fase estable la α-matildita, la cual se invierte a β-matildita a los 195±5° C (VAN HOOK, 1960; CRAIG, 1967).

En base a estos datos se puede pensar que la mineralización hipogénica se depositó al menos en un rango de temperaturas que oscila entre los 500° C y los 195° C. Por otro lado, la presencia de exoluciones también nos indicaría que la solución hidrotermal se ha enfriado progresivamente desde altas a bajas temperaturas.

7. CARACTERES GEOQUIMICOS

Con el fin de estudiar la distribución de elementos metalogénicos se han realizado una serie de análisis químicos de Pb, Zn, Cu, Sb y Ag en los gneises encajantes de la mineralización de La Platera (tabla IV). Este indicio se eligió porque en él afloran varios filones paralelos de dirección N 30° - 35° E y se realizó un perfil tomando muestras sistemáticamente a ambos lados del filón principal. Comparando los resultados obtenidos con los contenidos medios para estos elementos en rocas metamórficas (tabla V), se pone de manifiesto que, en general, los valores se mantienen por debajo de la media para este tipo de rocas. Tan sólo se alcanzan contenidos elevados en el filón principal y rocas situadas en la proximidad de fracturas mineralizadas. Este es el caso del Pb (fig. 7), que alcanza tres máximos de 115, 90 y 105 ppm, situados sobre el filón principal y a 10 metros al SE y 25 al NO, respectivamente. El perfil de distribución de la Ag (fig. 8), es, en cierta manera, correlacionable con el Pb con un máximo muy elevado sobre el filón principal y alcanzando un ppm sobre los filoncillos secundarios. La distribución del Zn es irregular y los contenidos están comprendidos en la media para este tipo de rocas. El Cu únicamente representa un máximo

TABLA V

Contenidos medios en ppm para rocas metamórficas. (1) GOVETT (1983); (2), Esquistos cuarzo-sericíticos, BOILE (1965); (3) WEDEPOHL (1969); (4) APARICIO et al. (1979)

Elemento	Micaesquistos y gneises	Gneises del Sistema Central
Ag	0,3 (1)	—
Cu	30 (1)	34 (4)
Pb	30 (1)	42 (4)
Sb	1-1,5 (2)	—
Zn	13-101 (3)	—

muy significativo de 780 ppm sobre el filón principal, no superando en ningún caso los 18 ppm en el medio encajante. Los contenidos en Sb permanecen siempre por debajo del límite de detección, excepto en el inmediato contacto con el filón principal.

En relación a estos datos se puede precisar que la falta de anomalías geoquímicas en los gneises sin mineralizar descarta la existencia de un posible «contenido metal» en la formación encajante y como consecuencia la hipótesis de que la mineralización se haya formado por una removilización de los metales a partir de la misma.

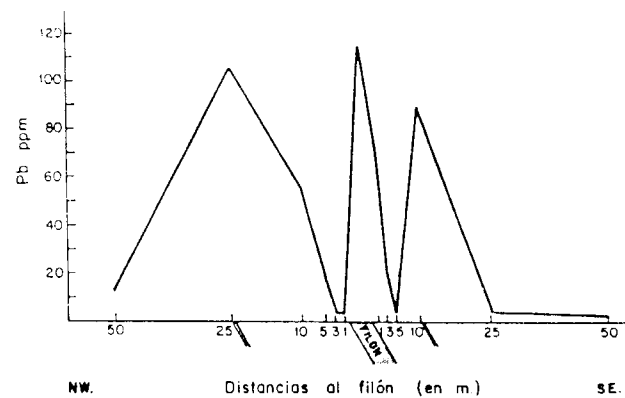


Figura 7.—Perfil de distribución del Pb en los gneises próximos a los filones mineralizados de La Platera.

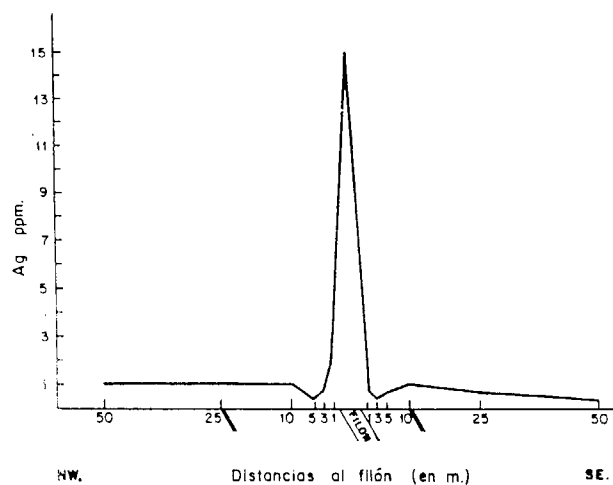


Figura 8.—Perfil de distribución de la Ag en los gneises próximos a los filones mineralizados de La Platera.

8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo han permitido elaborar una hipótesis genética para las mineralizaciones estudiadas en la zona de La Acebeda-Robregordo.

La existencia de diferentes etapas metalogénicas pone de manifiesto una variación en la composición química de los fluidos mineralizadores a lo largo del tiempo, así como un progresivo descenso de la temperatura, depositándose primero los minerales de más alta temperatura pertenecientes a la etapa As-Fe, posteriormente los de temperatura intermedia, etapa Cu-Zn y, por últi-

mo, los minerales de más baja temperatura que corresponden a la etapa Pb-Ag-Bi.

La disposición y morfología de las mineralizaciones, típicamente filonianas, indica que los sistemas de fracturación han sido vías de acceso favorables para el transporte y emplazamiento de los fluidos mineralizadores. Este control estructural evidencia el carácter epigenético de la mineralización y permite relacionarla con etapas de fracturación tardihercínica.

Los resultados obtenidos del estudio de distribución geoquímica de los elementos metalogénicos en los gneises encajantes de la mineralización de La Platera revelan que no existe anomalía geoquímica en los mismos. Por consiguiente, la fuente de los metales no hay que buscarla en las rocas encajantes por fenómenos de removilización y secreción lateral. Por tanto, el origen de los metales debe ser hidrotermal y las mineralizaciones deben estar genéticamente relacionadas con el magmatismo calcoalcalino del Sistema Central cuyos representantes plutónicos afloran no muy lejos de la zona de estudio.

Si se sitúa la mineralización de La Acebeda-Robregordo en el contexto de la metalogenia de la plata del Sistema Central, se observa cómo ocupa una posición más o menos central en la banda argentífera de dirección SO-NE. Hacia el SO, cercanos al granito de La Cabrera, las mineralizaciones de Gargantilla de Lozoya, Oteruelo del Valle y Bustarviejo tienen en común su proximidad a afloramientos graníticos y la existencia de matildita como único mineral de plata (VINDEL, 1982; MARTÍNEZ FRÍAS et al., 1984). Hacia el NE, Prádena del Rincón, Tamajón y Hiendelaencina (VINDEL y GUMIEL, 1981; MONTERRUBIO, 1985, y MARTÍNEZ FRÍAS, com. pers.) son progresivamente más abundantes pirargirita, freibergita, argentita, freieslebenita y sulfosales complejas de Ag de variada composición.

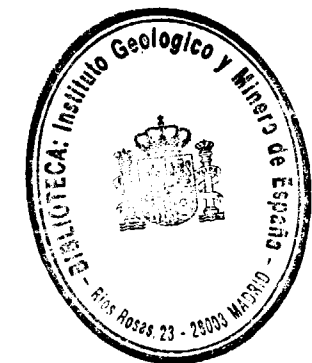
La zona de La Acebeda-Robregordo parece representar el tránsito entre estas dos áreas paragenéticamente diferentes con respecto a los minerales de plata, puesto que en ella coexisten matildita con escasas cantidades de pirargirita y freibergita. Es notorio un enriquecimiento en bismuto hacia el SO y en plata y antimonio hacia el NE.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la S. M. M. Peñarroya-España, con cuya ayuda se realizó este estudio, y a D. Jesús Martínez Frías, por su incondicional ayuda e ideas aportadas.

BIBLIOGRAFIA

- APARICIO, A.; BRANDLE, J. L., and BELLIDO, F.: *Chemical Evolution in an Old Crustal Area (Sistema Central Español)*. En: AHRENS, L. H. (1979): *Origen y distribución de los elementos*. Pergamon Press Oxford and New York, pp. 505-517 (1979).
- APARICIO, A., y GALÁN, E.: *Las características del metamorfismo hercínico de bajo y muy bajo grado en el sector oriental del Sistema Central (provincia de Guadalajara)*. Est. Geol., 36, pp. 75-84 (1980).
- BELLIDO, F.; CAPOTE, R.; CASQUET, C.; FUSTER, J. M.; NAVIDAD, M.; PEINADO, M., y VILLASECA, C.: *Caracteres generales del cinturón hercínico en el sector oriental del Sistema Central Español*. Cuad. Geol. Ibérica, 7, pp. 15-51 (1981).
- BOILE (1965) en WEDEPOHL: *Handbook of Geochemistry*. K. M. Wedepohl (editor), Heidelberg (1969).
- CAPOTE, R.; CASQUET, C.; FERNÁNDEZ CASALS, M. J.; MORENO, F.; NAVIDAD, M.; PEINADO, M. & VEGAS, R.: *The Precambrian in the Central part of the Iberian Massif*. Est. Geol., 33 (4), pp. 343-355 (1977).
- CRAIG: *Sulfide Mineralogy*. Short Course Notes, vol. 1 (1967).
- CZAMANSKE (1974) en BARNES: *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*. 2nd. ed. John Wiley, N. York (1979).
- FERNÁNDEZ CASALS, M. J., y CAPOTE, R.: *Las series anteoordovícicas del Sistema Central*. Bol. Geol. Min., 86 (6), pp. 581-596 (1975).
- FUSTER, J. M.; APARICIO, A.; CASQUET, C.; GARCÍA CACHO, L.; MORA, A., y PEINADO, M.: *Interacciones entre los metamorfismos plurifaciales y polifásicos del Sistema Central Español*. Bol. Geol. Min., 85, pp. 595-600 (1974).
- GOVETT, G. J. S.: *Handbook of Exploration Geochemistry*. Vol. 3, Elsevier Publishing Company, p. 461 (1983).
- Hoja núm. 458 (Prádena) a escala 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J.; RIBEIRO, A., y CONDE, L.: *Memoria explicativa del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. IGME (1974).
- LOTZE, F.: *Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta*. Geotckt. Forsch, núm. 6, pp. 78-92, Berlín (traducido por J. M. Ríos: *Observaciones respecto a la división de las Variscidas de la Meseta Ibérica*. Publ. Extr. Geol. Esp., tomo V, pp. 149-166, Madrid, 1950) (1945).
- MARTÍNEZ FRÍAS, J.; VINDEL, E., y LUNAR, R.: *Estudio textural y metalogénico de la mineralización de Bustarviejo (Sierra de Guadarrama)*. Rev. Mat. Proc. Geol., vol. 2, pp. 177-192 (1984).
- MOH (1975) en BARNES: *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*. 2nd. ed. John Wiley, N. York (1979).
- MONTERRUBIO, S.: *Geología y Metalogenia de las mineralizaciones argentíferas de Tamajón-Campillo de Ranas (Guadalajara)*. Tesis de Licenciatura, Universidad Complutense de Madrid (1985).
- PEINADO, M.: *Carácter del metamorfismo en el macizo metamórfico El Escorial-Villa del Prado (Sistema Central Español)*. Est. Geol., 26, pp. 323-326 (1970).
- PEINADO, M.: *Evolución metamórfica en el macizo El Escorial-Villa del Prado (Sistema Central Español)*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 199 pp. (1973).
- SABATER, G.: *Folleto sobre las minas de Robregordo y La Acebeda*. En Sánchez Lozano (1898) (1857).
- SÁNCHEZ LOZANO, R.: *Nota sobre algunos criaderos argentíferos de los términos de La Acebeda-Robregordo, en la provincia de Madrid*. Bol. Inst. Geol. Min, tomo XXIII, pp. 151-166 (1898).
- VAN HOOK: *Sulfide Mineralogy*. Short Course Notes, vol. 1 (1960).
- VINDEL, E.: *Estudio mineralógico y metalogénico de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español)*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense, Madrid, 249 pp. (1980).
- VINDEL, E., y GUMIEL, P.: *Estudio metalogénico de la mineralización de Ag de Prádena del Rincón (Sistema Central Español)*. Cuadernos de Geología Ibérica, vol. 7, pp. 405-418 (1981).
- WEDEPOHL, K. H.: *Handbook of Geochemistry*. K. H. Wedepohl (editor), Heidelberg (1969).



Análisis de la utilización racional de las aguas subterráneas en la Cuenca del Duero mediante modelos de gestión

Por A. BALLESTER RODRIGUEZ (*)

RESUMEN

Las especiales características de la Cuenca del Duero condicionan el planteamiento general de la utilización de sus aguas subterráneas.

El uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, aplicado a pequeños regadíos y haciendo uso de la gran distribución espacial de los acuíferos, puede ser una técnica racional a la hora de lograr mejoras en la regulación y en la garantía de los regadíos con incrementos importantes del agua global utilizada y de las horas de empleo en labores del campo.

ABSTRACT

Special characteristics in the Duero basin impose basic conditions upon its ground water general features.

Taking advantage of its large extend, the surface and ground water joint use applied to small agricultural irrigations can be a rational technique to get better water management and also to safeguard agricultural activity; it will result in an important increasing of the total disposable water amounts as well as in the pumping time efficiency for this purpose.

Para realizar cualquier análisis sobre el futuro de los regadíos de Castilla y León, es obligada una referencia a los recursos hídricos subterráneos de la Región ya que, sobre un total de 440.000 Ha de regadío existentes en la actualidad, se estima que 140.000, o sea el 30 por 100, se riegan con aguas subterráneas.

Los principales acuíferos se localizan en las dos primeras regiones, ya que tanto en los Montes de León, como en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica o en el Sistema Central, predominan los materiales impermeables o poco permeables de escaso interés hidrogeológico.

En la Cordillera Ibérica coexisten las formaciones geológicas permeables e impermeables. Las primeras están formadas por materiales calcáreos (calizas y dolomías) que cuando están fracturados y/o karstificados constituyen excelentes acuíferos de los que se pueden obtener elevados caudales por pozo. Se alimentan de la infiltración directa del agua de lluvia y descargan su flujo subterráneo a través de manantiales, ríos o alimentando a los acuíferos adyacentes de la llanura terciaria. Debido a los sistemas de fracturas, accidentes tectónicos (fallas, pliegues, etc.) y a las frecuentes intercalaciones de margas o arcillas impermeables los esquemas del flujo subterráneo son complejos y no se pueden generalizar.

1. PRINCIPALES RASGOS HIDROGEOLOGICOS DE CASTILLA-LEON

Desde el punto de vista hidrogeológico se pueden distinguir, en Castilla-León, tres grandes regiones (fig. 1):

- La Cuenca Terciaria del Duero.
- La Cordillera Ibérica.
- Los macizos montañosos que bordean por el Norte, Sur y Oeste de la Meseta.

(*) Instituto Geológico y Minero de España.

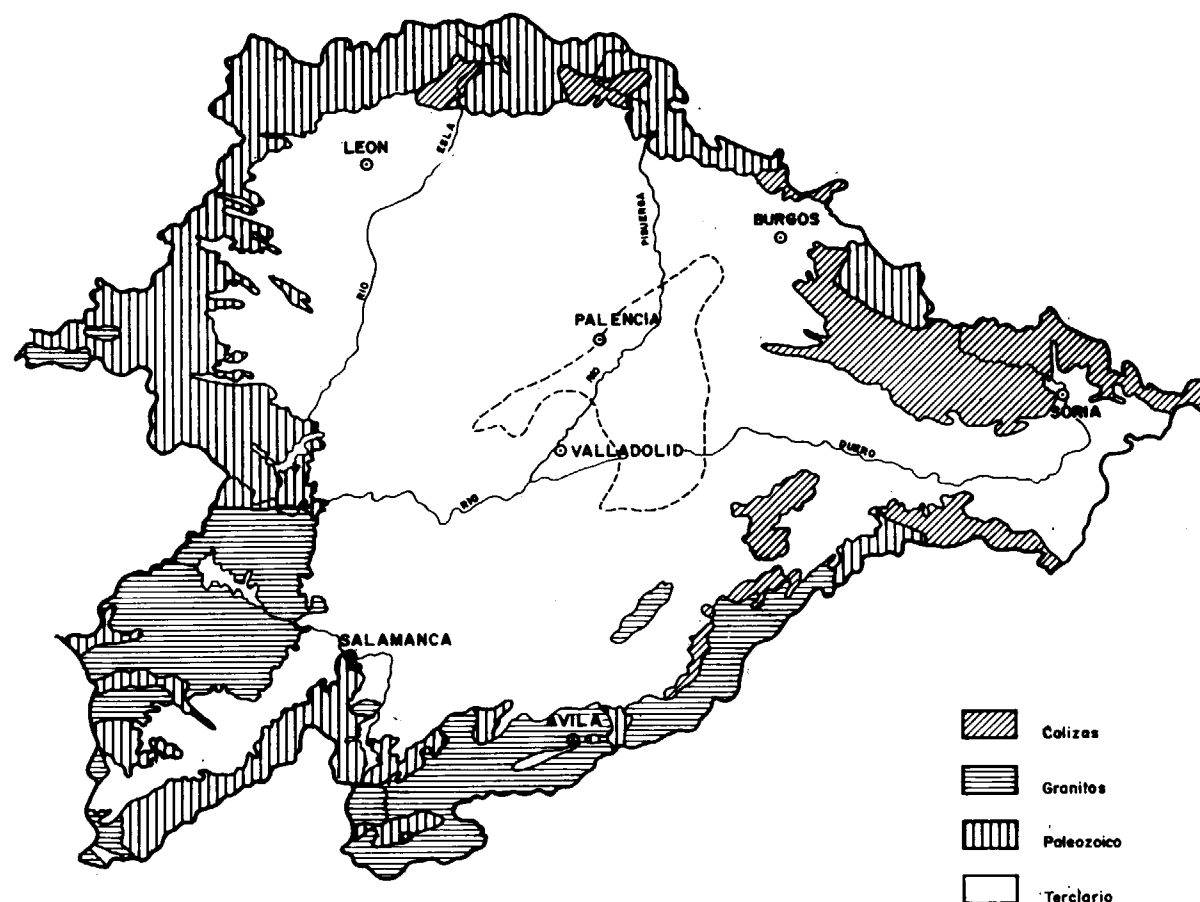


Figura 1

Se estima que la recarga total de los acuíferos de la Cordillera Ibérica que afectan a la Cuenca del Duero asciende a 230 Hm³/año como cifra media, de los que 100 Hm³/año son drenados por ríos y manantiales y el resto alimentan a los acuíferos detríticos de la Depresión Terciaria del Duero. Aunque como se ha dicho, se pueden perforar pozos con elevados rendimientos (sobre 100 l/s. por pozo) la explotación actual es prácticamente nula porque se ubican en áreas de topografía accidentada, poco pobladas, adversas para la agricultura de regadío, en las que no hay, en consecuencia, demandas de agua importantes. Sin embargo, juegan un importante papel en la regulación natural de los ríos que los drenan (Arlanza, Arlanzón, Duero, etc.).

Mayor importancia económica ofrecen los acuíferos de la Cuenca terciaria del Duero, que viene a coincidir a grandes rasgos con la Sub-Meseta Norte.

Sobre una extensión de algo más de 50.000 Km² se extienden los materiales que durante el Terciario fueron rellenando la cubeta tectónica formada ya antes de finalizar el Cretácico. Se trata de un conjunto de origen fluvial, formado por capas lenticulares de gravas y arenas permeables, englobadas en una matriz limo-arcillosa de carácter semipermeable. En el centro de la cuenca se depositan margas yesíferas coronadas por calizas Pontienenses de origen lacustre. El Terciario, cuyo espesor medio supera los 1.000 m., se encuentra parcialmente cubierto por formaciones

Plio-cuaternarias entre las que cabe destacar, por su especial significado hidrogeológico, las rañas del sector Noroeste (León), los arenales situados al sur del Duero (Ávila, Segovia, Valladolid) y los aluviales de los ríos. En el conjunto sedimentario descrito se pueden diferenciar dos tipos de acuíferos: acuíferos superficiales libres y acuíferos profundos confinados o semiconfinados. Excepto en algunos casos particulares ambos tipos de acuíferos suelen estar estrechamente relacionados entre sí, por lo que su diferenciación es en algunos casos arbitraria.

Los acuíferos superficiales tienen como rasgos comunes su proximidad a la superficie del terreno, su limitado espesor y su comportamiento como acuíferos libres. Se recargan fácilmente por la infiltración de la lluvia que directamente reciben y su explotación es económica, realizándose generalmente mediante pozos excavados de pequeña profundidad. Su capacidad de almacenamiento es relativamente pequeña y sus recursos se ven seriamente afectados durante los períodos de sequía. Los más importantes son:

- Los páramos calcáreos de Cuéllar, del Duratón y de Torozos.
- Los páramos de rañas en los interfluvios de los ríos Orbigo-Esla, Esla-Cea y margen derecha del Carrión.
- Arenaless de la Moraña y Tierra de Pinares.
- Aluviales de los ríos Duero, Esla, Tormes y Pisuegra.

Son muy interesantes desde el punto de vista agrícola porque los costes de explotación son relativamente bajos debido a la pequeña profundidad de los pozos y las pequeñas profundidades a que se encuentra el agua.

Los acuíferos profundos del Terciario detrítico son sin duda los más importantes, desde el punto de vista económico de toda la cuenca. Ocupan prácticamente toda la Meseta, extendiéndose desde Salamanca hasta Soria y desde Ávila hasta Burgos, y a gran escala se puede considerar que el conjunto funciona como un gran acuífero heterogéneo y anisótropo. La recarga se produce por infiltración de agua de lluvia, por goteo procedente de acuíferos superficiales suprayacentes, por infiltración de agua en los cauces de algunos ríos y por filtraciones laterales procedentes de

los acuíferos calcáreos de la Ibérica. La descarga se produce por el drenaje de los ríos (especialmente el Duero, el Esla y los cursos bajos de los afluentes) y por extracciones en los sondeos existentes.

A nivel de cuenca se puede establecer, a modo de resumen, la siguiente distribución de entradas y salidas en los acuíferos:

Entradas	Hm ³ /año
1. Infiltración de lluvia:	
— Páramos calcáreos	150
— Aluviales	220
— Terciario, rañas y arenales	920
2. Entradas laterales por bordes	180
3. Retornos de riegos con aguas superficiales	470
TOTAL	1.940

Salidas	Hm ³ /año
1. Manantiales	290
2. Bombeos en pozos excavados en acuíferos superficiales	175
3. Bombeo en sondeos profundos	425
4. Drenajes por ríos	1.050
TOTAL	1.940

2. UTILIZACION DE AGUA SUBTERRANEA PARA REGADIO

A partir de encuestas realizadas en el período 1979-84 a través de los Agentes del Servicio de Promoción y Desarrollo Agrario de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Montes de la Junta de Castilla y León, se deduce la siguiente distribución de regadíos con aguas subterráneas:

	1984 (Ha)	1979 (Ha)
Sondeos	93.800	61.200
Pozos excavados	43.700	47.000
Manantiales	2.100	4.800
TOTALES	139.600	113.000

Así pues, la tendencia de los regadíos con aguas subterráneas es creciente, con una clara disminución de los regadíos con pozos excavados y manantiales y un fuerte crecimiento de los regadíos con sondeos profundos. Probablemente, la sequía sufrida durante los últimos años no es ajena a esta evolución. Hay que tener en cuenta, en efecto, que la garantía de suministro con sondeos profundos es prácticamente del 100 por 100, mientras que pozos excavados y manantiales pueden acusar los efectos de la sequía.

3. PROBLEMAS DE REGADIOS CON AGUAS SUBTERRÁNEAS

El continuado crecimiento de los regadíos con aguas subterráneas no quiere decir que éstos no estén exentos de problemas que en determinadas zonas pueden frenar o reducir el crecimiento. Los principales problemas observados son de tres tipos:

- a) Zonas con progresivos descensos de los niveles piezométricos, debido a una excesiva concentración de los bombeos. Se plantean problemas de este tipo en el Valle del Esgueva, en la Moraña-Tierra de Pinares y en otras áreas más localizadas. El ritmo de los descensos es del orden de 2 m/año.
- b) Zonas con problemas de calidad del agua, como son las de Olmedo, Villafáfila y, en general, las áreas próximas a los depósitos margoyesíferos del centro de la cuenca.
- c) Elevado coste del agua debido a las profundidades de las perforaciones, la altura de bombeo y la necesidad de utilizar rejillas y filtros de calidad y, en general, esmeradas técnicas de construcción para conseguir pozos eficientes y libres de arenas.

4. FUTURO DE LOS REGADIOS CON AGUAS SUBTERRÁNEAS EN CASTILLA Y LEÓN

Al margen de otros factores de muy diversa índole que pueden afectar al futuro de los regadíos con pozos o sondeos en Castilla y León, y ciñéndonos exclusivamente a los aspectos hidro-

geológicos parece evidente que habrá que actuar en un triple sentido:

- Control de áreas sobreexplotadas.
- Reducción de costes de explotación.
- Optimización de los recursos disponibles.

El control de la sobreexplotación será posible, al menos en un plano teórico, cuando entre en vigor la nueva Ley de Aguas, puesto que permite a la Administración declarar acuíferos sobreexplotados limitando las extracciones hasta niveles convenientes, es decir, obligando a la adopción de las medidas correctoras oportunas. Por otra parte, la nueva Ley favoreciendo la creación de comunidades de usuarios de acuíferos permitirá adoptar en muchos casos medidas preventivas que eviten llegar a situaciones de sobreexplotación.

La reducción de costes de explotación se deberá abordar por varias vías simultáneas, como pueden ser la utilización de tecnologías adecuadas para construir pozos más eficaces o la utilización mancomunada de las obras de captación para utilizarlas al máximo reduciendo consecuentemente el coste del agua.

En cuanto a la optimización de los recursos disponibles, una de las vías que puede ofrecer mejores resultados es la utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas. En este sentido se han realizado en el Instituto Geológico y Minero de España una serie de modelos de gestión en zonas concretas de la Cuenca del Duero, que van encaminadas a ofrecer un paquete de alternativas de utilización de las aguas subterráneas, coordinadas con la regulación superficial y la planificación hidrogeológica en general. La explotación conjunta de aguas superficiales y subterráneas, es una de las alternativas prioritariamente considerada en todo el proceso.

La explotación conjunta consiste, básicamente, en establecer una estrategia común de ríos y acuíferos para atender adecuadamente las demandas existentes. En cada momento se utiliza agua de una u otra procedencia en función de la situación de los ríos, de los embalses y de los acuíferos. En el caso concreto de la Cuenca del Duero, la estrategia común de explotación ha de plantearse teniendo en cuenta:

- a) La escasa regulación natural de los ríos, que presentan agudos estiajes.

- b) La acusada estacionalidad de las demandas, coincidiendo una fuerte punta en los meses de julio-agosto con el estiaje fluvial.
- c) Por su bajo coste, debe utilizarse al máximo el caudal no regulado de los ríos.

Teniendo en cuenta estas circunstancias se han planteado los estudios de la explotación conjunta en cinco cuencas (Cea, Esgueva, Cega, Voltoya y Adaja) considerando que se utiliza el agua fluyente de los ríos para regadío y que se bombea de pozos cuando se producen déficits en el suministro de aguas superficiales. En cada caso se han analizado distintas hipótesis, en cuanto al número de pozos disponibles, analizando la superficie que se puede regar en cada una de estas manteniendo siempre una garantía constante próxima al 96 por 100. El caudal máximo de bombeo se limita a 20 l/s. por pozo. Los resultados obtenidos se muestran en los gráficos y cuadros adjuntos, que sintetizan de alguna manera el planteamiento y las soluciones de los modelos realizados.

Se observa que por el simple hecho de disponer de pozos de los que se puede bombear cuando falta agua en el río es posible regar una mayor superficie utilizando mejor las aguas superficiales no reguladas. Así por ejemplo, en la Cuenca del Cea se obtienen los siguientes resultados:

1. Utilizando solamente agua de río se pueden regar 2.130 Ha (dotación de 7.000 m³/Ha × año) utilizando 14,9 Hm³/año de agua superficial.
2. Si se dispone por ejemplo de 10 pozos de los que se pudieran obtener 20 l/s. × pozo, utilizados solamente cuando hay déficit de aguas superficiales, se podrían regar 2.500 Ha utilizando 17,5 Hm³/año de agua superficial y solamente 0,4 Hm³/año procedentes de los pozos. Ha habido un incremento del uso del agua superficial de 2,6 Hm³/año y un incremento en la superficie regada de 370 hectáreas.
3. Si se hubieran utilizado los pozos independientemente del río se hubieran regado menos hectáreas que en la utilización conjunta (2.380 en lugar de 2.500) y se hubieran utilizado más aguas subterráneas, que son más caras que las superficiales (1,75 Hm³/año en lugar de 0,4 Hm³/año).

Los resultados expuestos se resumen en el cuadro adjunto:

CUENCA DEL CEA

	AGUA UTILIZADA			
	Superficie	Río	Pozos	Total
Riego con río	2.130	14,9	—	14,9
Riego con 10 pozos	250	—	1,75	1,75
SUMA	2.380	14,9	1,75	16,65
Regadío conjunto con río y 10 pozos	2.500	17,1	0,40	17,50
DIFERENCIAS EN % ...	+5	+14	-76	+5

Los aspectos económicos de la utilización conjunta se pueden apreciar en los gráficos adjuntos (6 a 10), en los que se representan las variaciones de las tasas internas de retorno (T. I. R.) de los distintos proyectos de infraestructura en la hipótesis de que los ingresos se producen por la venta del agua servida. Obviamente, para un número dado de pozos la T. I. R. aumenta cuando aumenta el precio de venta del m³ de agua, y disminuye cuando aumenta el número de pozos permaneciendo constante el precio del agua.

Queda como colofón indicar que la evolución de los regadíos en Castilla y León, que sufrieron una fuerte tendencia incremental a partir de 1970 ha traído como lógica consecuencia, ya comentada, el desarrollo de una serie de fenómenos no deseables entre los que prioritariamente se cuentan las sobreexplotaciones locales y los deterioros de calidad.

El futuro no puede dejar lugar a dudas, marcará el camino de una mejor ordenación, distribución y gestión del potencial hídrico de la Comunidad Castellano-Leonesa, utilizando no sólo mejores y más eficientes sistemas de recursos hidráulicos, sino también una mejor definición de las herramientas para la gestión como elementos de apoyo en materia de toma de decisiones sobre el manejo de recursos hídricos.

La recarga artificial y sobre todo el uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, serán cara al futuro los mecanismos que con mayor incidencia permitirán una mejora de la gestión y una disminución de costes de productos agrícolas cara a su inserción en el Mercado Europeo.

GRAFICO NUM. 1-A
Esquema de explotación conjunta de la Cuenca del Cea y los acuíferos de la región del Esla.

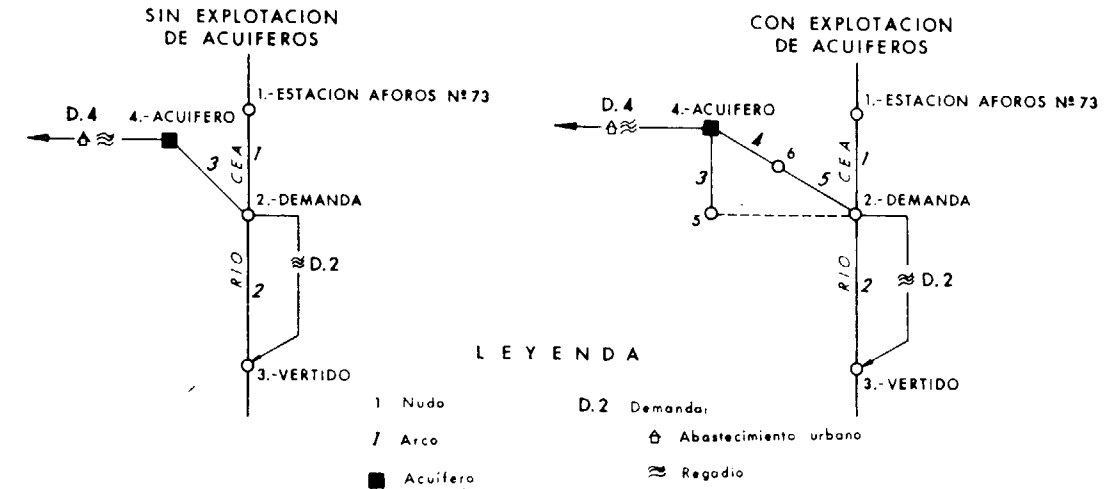
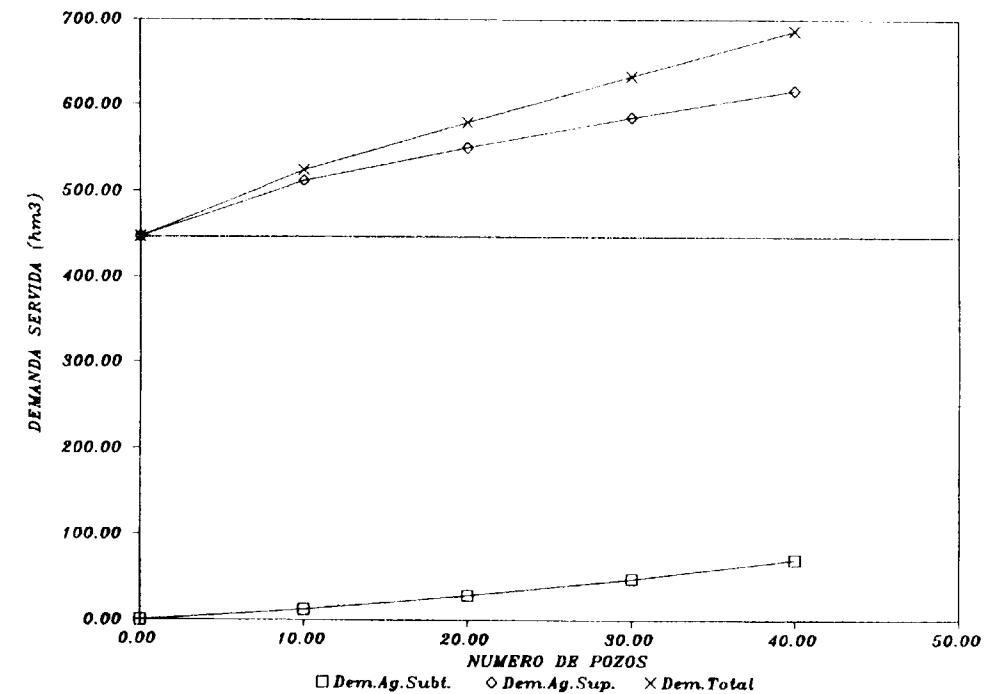


GRAFICO NUM. 1-B
Demanda servida en el período de simulación
CUENCA DEL CEA



CUADRO NUM. 1
Resultados de la explotación conjunta en la Cuenca del Cea

Nº de pozos	Demanda teórica			Agua Subterránea		Agua Superficial		TOTAL		Superficie regada (Ha/año)	Incremento de empleo generado (horas/año)	Incremento de inversiones (x10 ⁶ pts)	Coste anual medio de energía (x10 ⁶ pts)
	Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)	Garantía (%)	Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)	Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)	Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)				
0	15,4	462,0	96,1	-	-	14,90	447,0	14,90	447,0	2.129	-	-	5,94
10	18,1	543,0	96,1	0,41	12,4	17,07	512,0	17,48	524,4	2.497	22.816	77	8,46
20	19,9	597,0	96,1	0,95	28,6	18,34	550,2	19,29	578,8	2.756	38.874	154	11,11
30	21,7	651,0	96,1	1,60	48,1	19,50	585,0	21,10	633,0	3.014	54.870	231	14,17
40	23,5	705,0	96,1	2,34	70,2	20,55	616,5	22,89	686,7	3.270	70.742	308	17,53

GRAFICO NUM. 2-A
Esquema de explotación conjunta de la Cuenca del Esgueva y los acuíferos de la región de los Páramos.

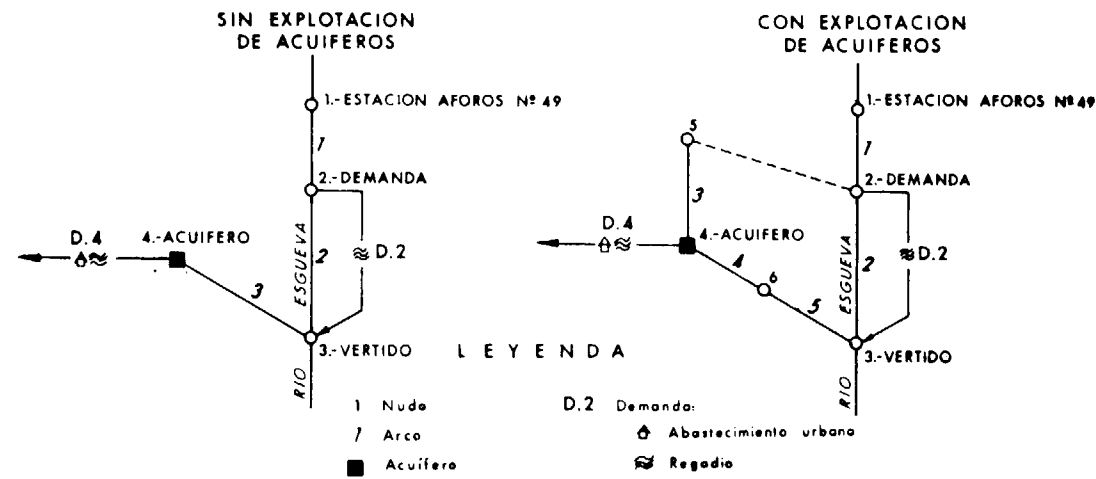
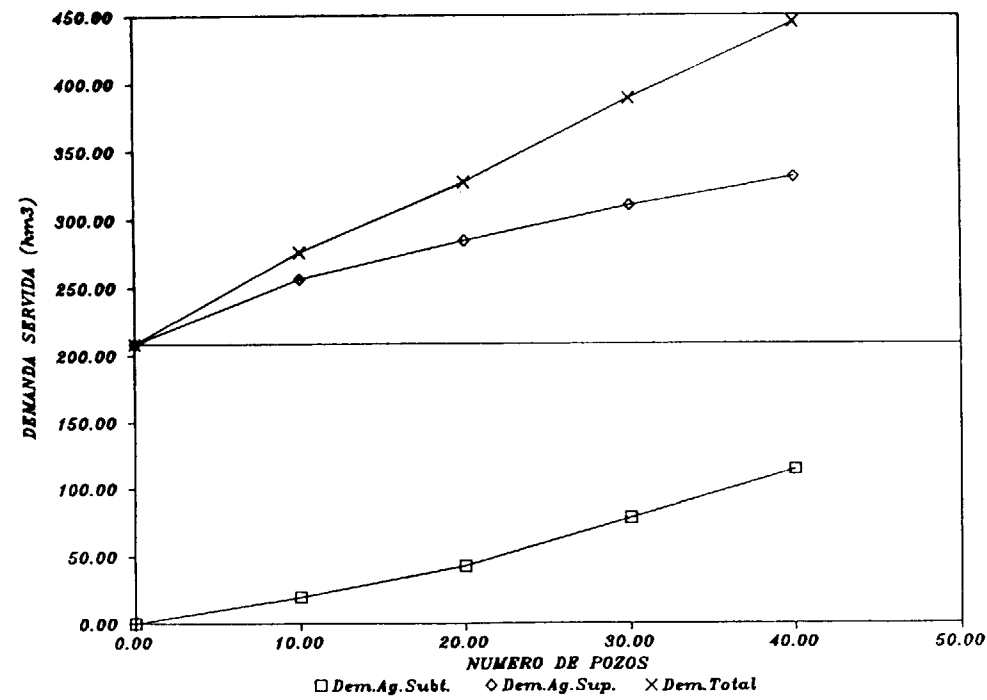


GRAFICO NUM. 2-B
Demanda servida en el período de simulación
CUENCA DEL ESGUEVA



CUADRO NUM. 2
Resultados de la explotación conjunta en la Cuenca del Esgueva

Nº de pozos	Demanda teórica			Demanda servida				Incremento			Coste anual medio de energía (x10 ⁶ pts)		
	Annual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)	Garantía (%)	Agua Subterránea Annual (Hm ³ /año)	Agua Subterránea Periodo (Hm ³)	Agua Superficial Annual (Hm ³ /año)	Agua Superficial Periodo (Hm ³)	TOTAL Annual (Hm ³ /año)	TOTAL Periodo (Hm ³)	Superficie de empleo regada (Ha/año)		de generación (horas/año)	de inversiones (x10 ⁶ pts)
0	7,11	213,3	96,7	-	-	6,95	208,4	6,95	208,4	993	-	-	2,77
10	9,48	284,4	96,1	0,66	19,7	8,54	256,1	9,20	275,9	1.514	19.902	77	6,03
20	10,90	327,0	96,7	1,43	42,8	9,48	284,3	10,90	327,1	1.557	34.968	154	9,40
30	13,27	398,1	96,7	2,61	78,2	10,34	311,2	12,95	388,4	1.850	53.134	231	14,52
40	15,17	455,1	96,7	3,80	113,9	11,02	330,7	14,82	444,5	2.117	69.688	308	19,54

GRAFICO NUM. 3-A
Esquema de explotación conjunta de la Cuenca del Cega y los acuíferos de la región de los Arenales.

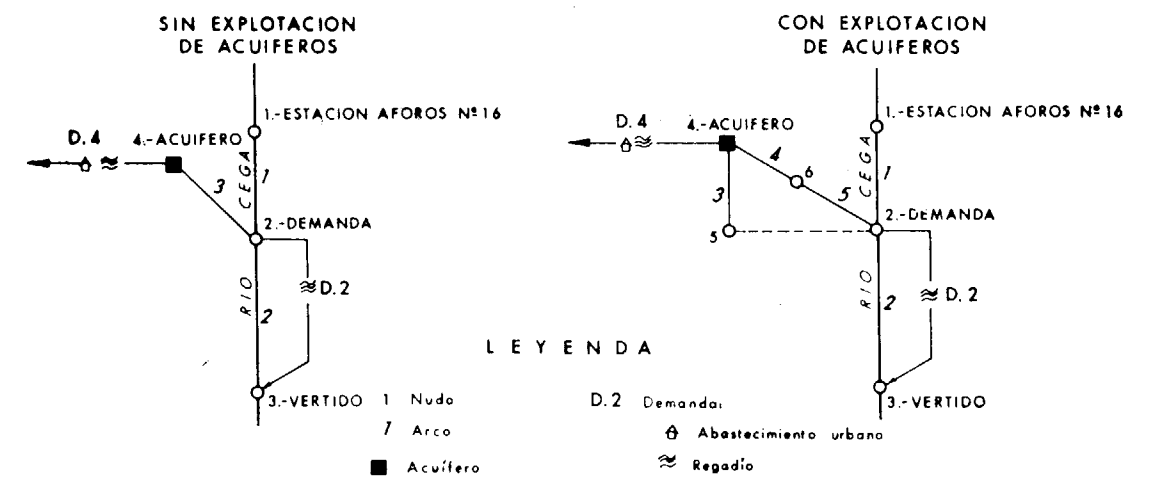
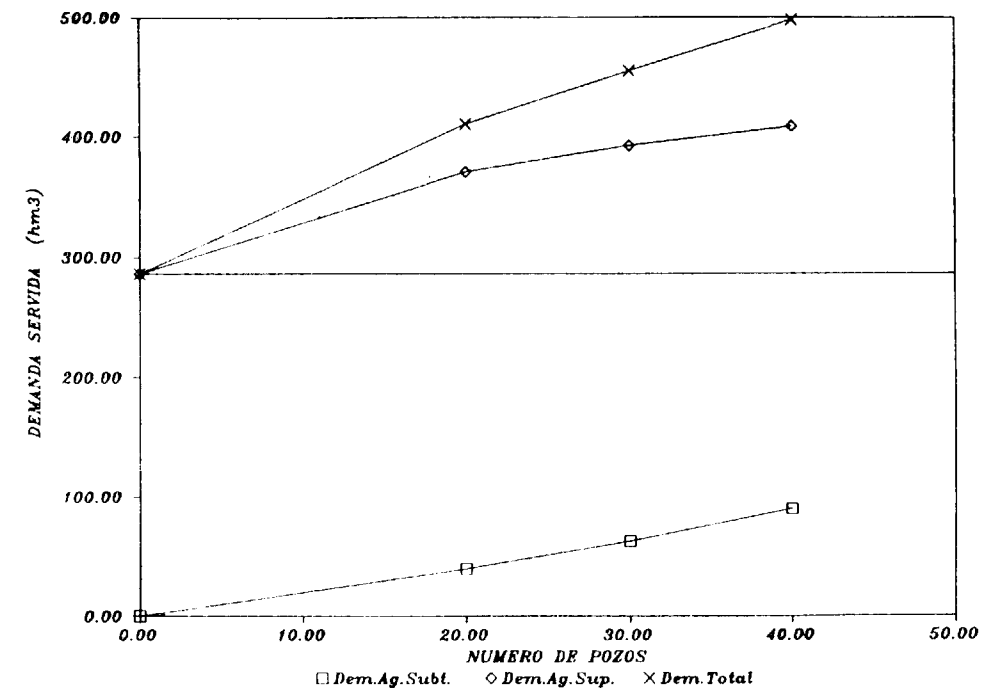


GRAFICO NUM. 3-B
Demanda servida en el período de simulación
CUENCA DEL CEGA



CUADRO NUM. 3
Resultados de la explotación conjunta en la Cuenca del Cega

Nº de pozos	Demanda teórica			Demanda servida				Incremento			Coste anual medio de energía (x10 ⁶ pts)		
	Annual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)	Garantía (%)	Agua Subterránea Annual (Hm ³ /año)	Agua Subterránea Periodo (Hm ³)	Agua Superficial Annual (Hm ³ /año)	Agua Superficial Periodo (Hm ³)	TOTAL Annual (Hm ³ /año)	TOTAL Periodo (Hm ³)	Superficie de empleo regada (Ha/año)		de generación (horas/año)	de inversiones (x10 ⁶ pts)
0	9,87	296,1	95,8	-	-	9,55	286,4	9,55	286,4	1.364	-	-	3,81
10	14,10	423,0	95,6	1,31	39,3	12,36	370,8	13,67	410,1	1.953	36.518	124	10,15
20	15,51	465,3	96,1	2,08	62,5	13,08	392,3	15,16	454,8	2.166	49.724	186	13,53
30	16,92	507,6	96,7	2,98	89,5	13,61	408,2	16,59	497,7	2.370	62.372	248	17,32

GRAFICO NUM. 4-A
Esquema de explotación conjunta de la Cuenca del Voltoya y los acuíferos de la región de los Arenales.

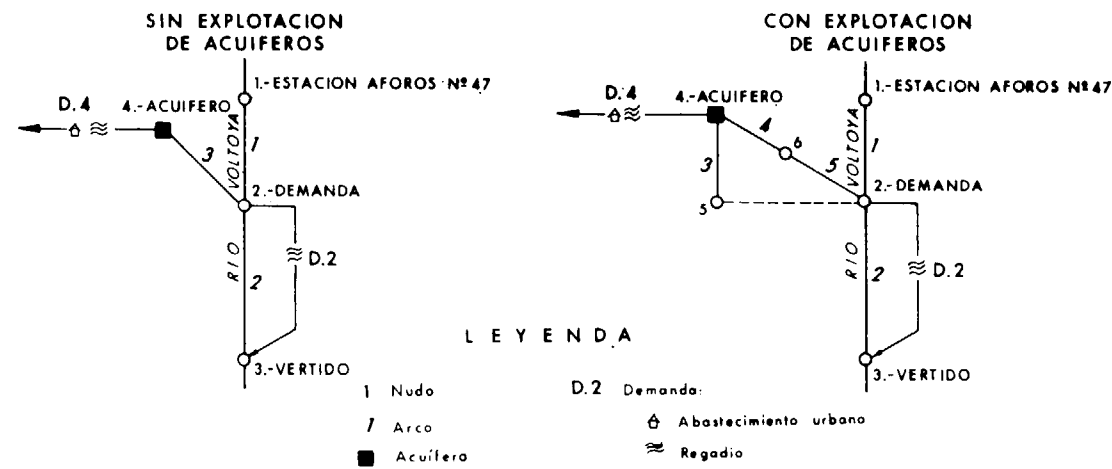
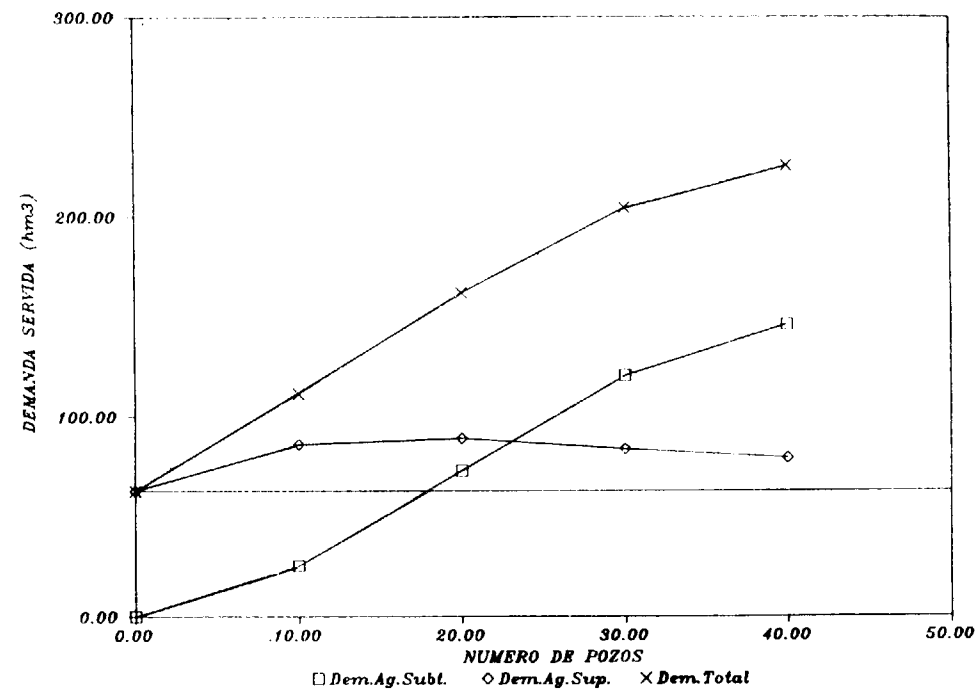


GRAFICO NUM. 4-B
Demanda servida en el período de simulación CUENCA DEL VOLTOYA



CUADRO NUM. 4
Resultados de la explotación conjunta en la Cuenca del Voltoya

Nº de pozos	Demanda teórica			Demanda servida				Incremento Superficie de empleo regada (ha/año)	Incremento de inversiones (x10 ⁶ pts)	Coste anual medio de energía (x10 ⁶ pts)			
	Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)	Garantía (%)	Agua Subterránea		Agua Superficial					TOTAL		
				Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)	Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)				Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)	
0	2,16	64,8	96,1	-	-	2,10	62,9	2,10	62,9	300	-	0,84	
10	3,78	113,4	96,9	0,85	25,4	2,87	86,1	3,72	111,5	531	14.322	62	4,52
20	5,54	166,2	96,4	2,43	73,0	2,97	89,1	5,40	162,1	771	29.202	124	10,89
30	7,02	210,6	96,1	4,02	120,6	2,79	83,8	6,82	204,5	974	41.788	186	17,16
40	8,10	243,0	96,1	4,87	146,1	2,64	79,3	7,51	225,4	1.073	47.926	248	20,49

GRAFICO NUM. 5-A
Esquema de explotación conjunta de la Cuenca del Adaja y los acuíferos de la región de los Arenales.

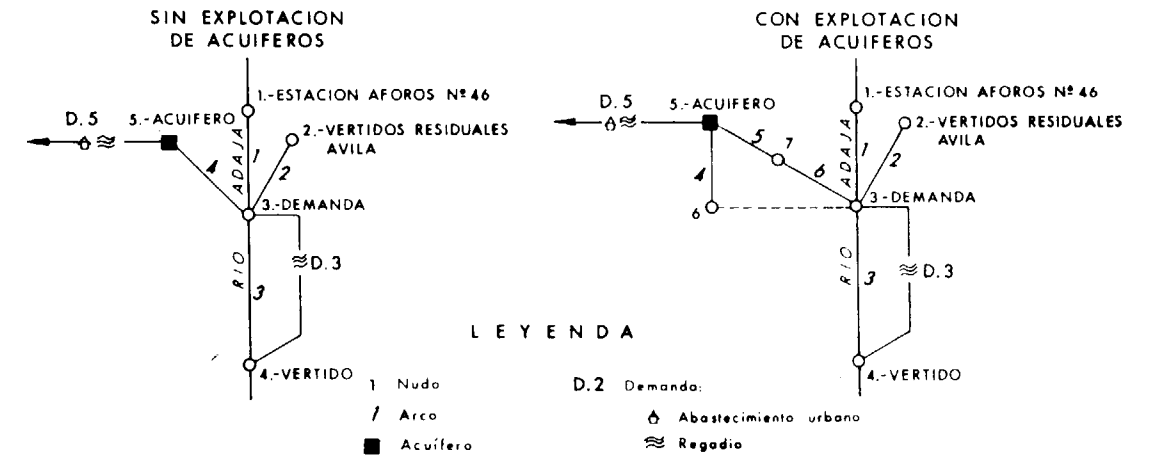
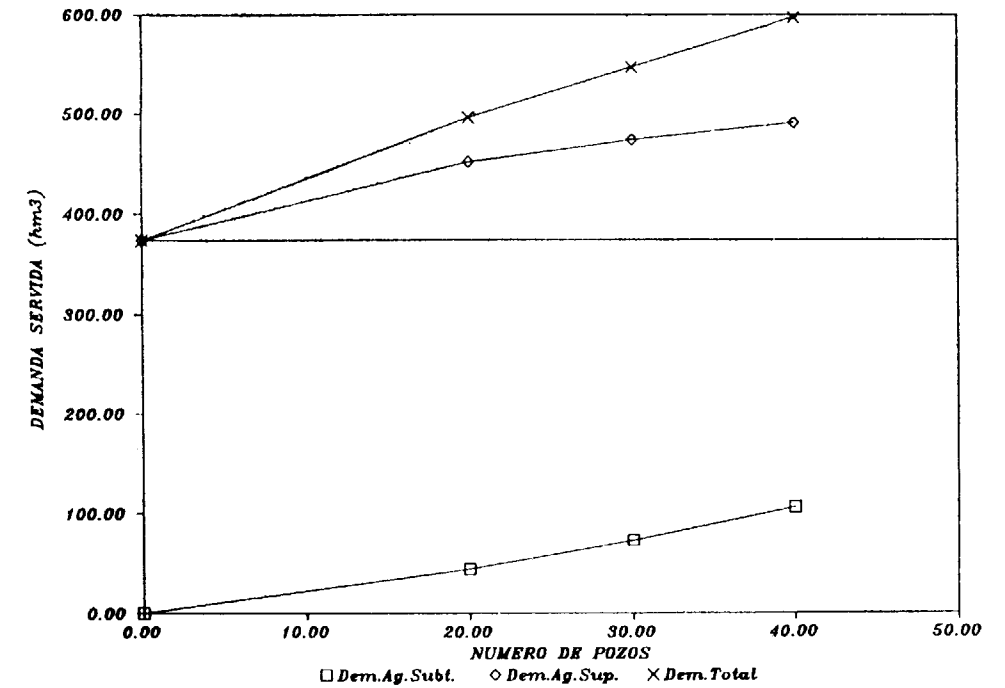


GRAFICO NUM. 5-B
Demanda servida en el período de simulación CUENCA DEL ADAJA



CUADRO NUM. 5
Resultados de la explotación conjunta en la cuenca del Adaja

Nº de pozos	Demanda teórica			Demanda servida				Incremento Superficie de empleo regada (ha/año)	Incremento de inversiones (x10 ⁶ pts)	Coste anual medio de energía (x10 ⁶ pts)			
	Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)	Garantía (%)	Agua Subterránea		Agua Superficial					TOTAL		
				Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)	Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)				Anual (Hm ³ /año)	Periodo (Hm ³)	
0	12,8	384,9	96,4	-	-	12,47	374,0	12,47	374,0	1.781	-	-	4,97
20	17,1	513,0	96,4	1,48	44,4	15,06	451,9	16,54	496,3	2.363	36.084	124	11,92
30	18,8	564,0	96,4	2,43	73,0	15,80	474,0	18,24	547,1	2.606	51.150	186	16,01
40	20,5	615,0	96,4	3,54	106,1	16,37	491,0	19,90	597,1	2.843	65.844	248	20,64

CONCLUSIONES

1. Los regadíos con aguas subterráneas tienen una gran importancia y tradición en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. El 30 por 100 del total regado tiene su fuente de suministro en las aguas subterráneas.
2. La sobreexplotación local, fenómenos aislados de mala calidad, alto costo, insuficiente tecnología en la ejecución de las captaciones y en general baja rentabilidad son los problemas que prioritariamente azotan al uso de las aguas subterráneas en los regadíos de Castilla y León.
3. El futuro, con el reto singular de la incorporación en la C. E. E. sólo puede paliarse con acciones decididas tendentes a las mejoras de rentabilidad y optimización de los recursos.

4. Conseguir estos logros requerirá: mejoras en los medios institucionales, infraestructurales y técnicos, incluyendo entre estos últimos no sólo la mejora de los Sistemas de Recursos sino también el continuo perfeccionamiento de las herramientas y modelos para gestión.
5. Una distribución racional de los regadíos, la recarga artificial y sobre todo la utilización conjunta, serán las acciones más importantes en materia de optimización de recursos.
6. La utilización conjunta permitirá en el futuro el desarrollo de regadíos con importante extensión y generación de horas de empleo con pequeñas inversiones perfectamente realizables por partidas presupuestarias modestas.

GRAFICO NUM. 6

Resultados económicos en la Cuenca del Cea

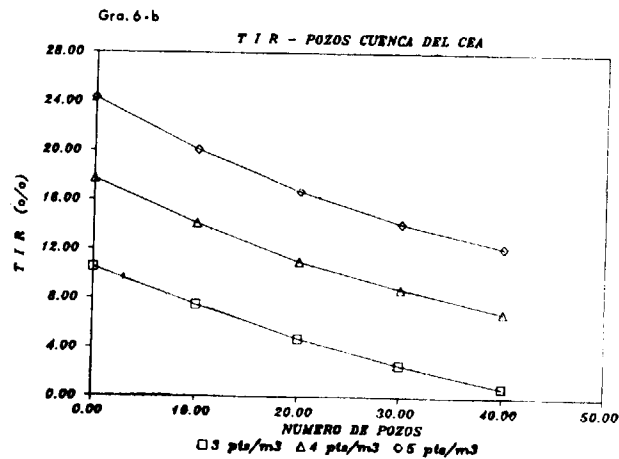
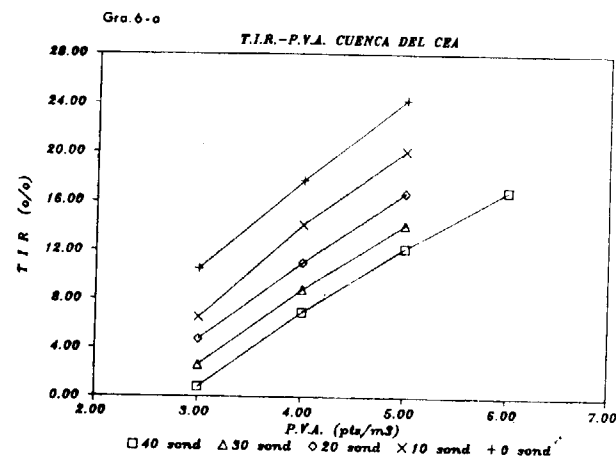


GRAFICO NUM. 7

Resultados económicos en la Cuenca del Esgueva

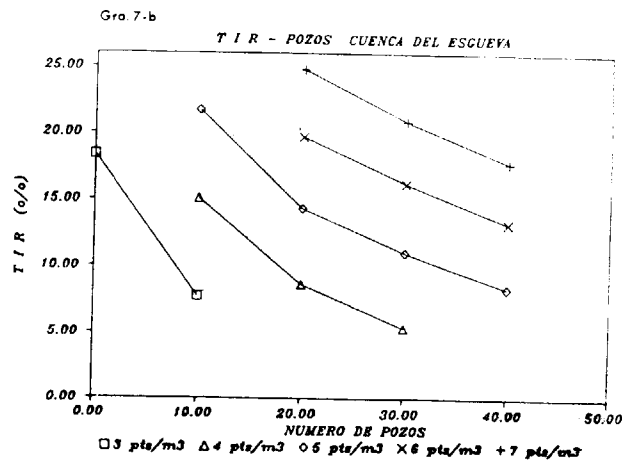
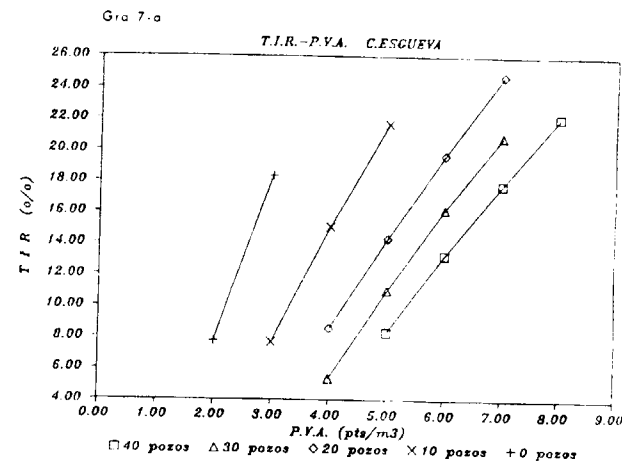


GRAFICO NUM. 8

Resultados económicos en la Cuenca del Cega

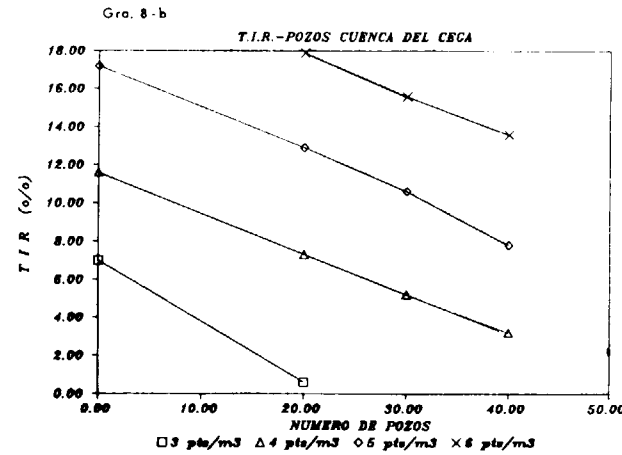
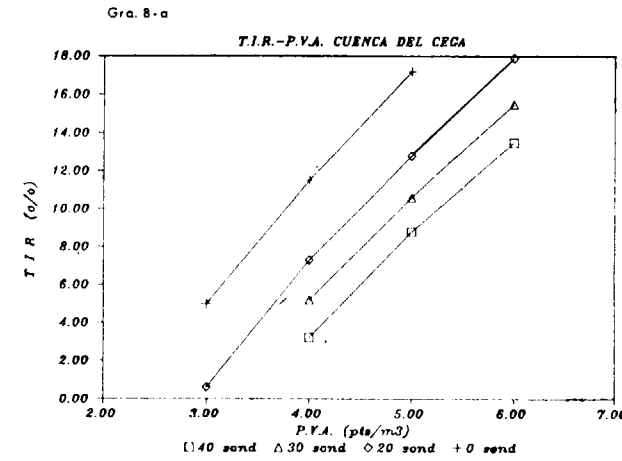


GRAFICO NUM. 9

Resultados económicos en la Cuenca del Voltoya

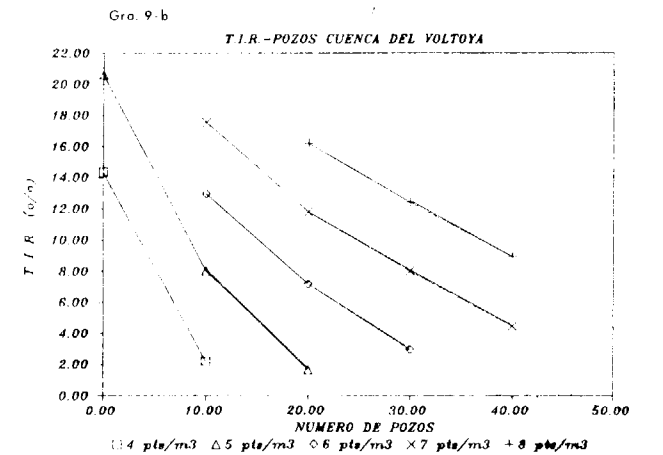
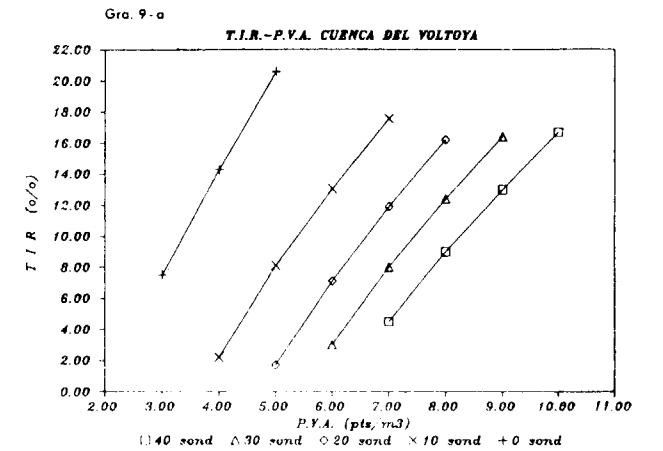
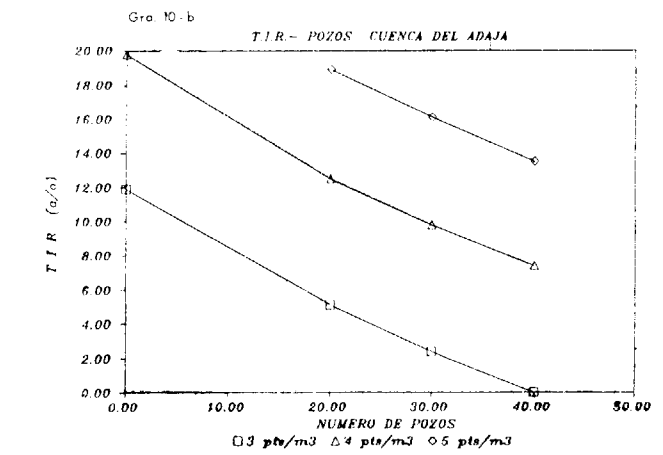
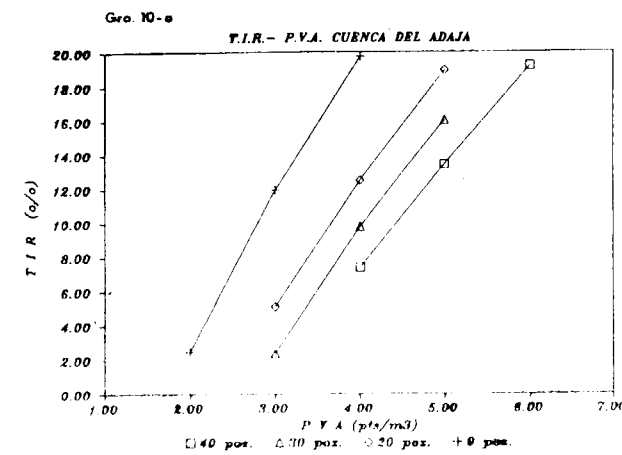


GRAFICO NUM. 10
Resultados económicos en la Cuenca del Adaja



GEOTECNIA

Transcendencia geotécnica de la presencia de la Formación Formigoso en un núcleo anticlinal de la escama de Bregón con vistas al proyecto de construcción de un gran túnel ferroviario

Por A. LINARES-RIVAS (*), C. SUAREZ DE CENTI (**),
M. VALENZUELA (**) y R. M. RODRIGUEZ (***)

RESUMEN

La variante del ferrocarril proyectada dentro del plan de accesos de Asturias a la Meseta, contempla la construcción de un túnel de 24 Km. que atravesaría la Cordillera Cantábrica bajo la Sierra del Cueto Negro, entre las provincias de Asturias y León. Los estudios geológicos desarrollados tratan de establecer aquellas características más importantes de cara al trazado, proyecto y construcción del túnel, y los estudios geotécnicos añaden a las anteriores las propiedades geomecánicas y el comportamiento geotécnico de las distintas formaciones que permitirán al proyectista y constructor valorar su incidencia e integrarlas en los cálculos y mediciones.

Durante la ejecución de la cartografía geológica surgieron diferentes interpretaciones acerca de las estructuras y/o asimilación de niveles a una u otra Formación lo que, dada la trascendencia geotécnica de los materiales, dependiendo de la Formación de que se tratase, obligó a recurrir a métodos resolutivos, inusualmente empleados en proyectos de ingeniería, como la estratigrafía y la palinología, ya que los sondeos, en el caso concreto que aquí se trata, no resolvían.

Las características geomecánicas de las pizarras de la Formación Formigoso, desde el punto de vista de su excavación, son sobradamente conocidas sobre todo a raíz de la construcción de la autopista Campomanes-León, que las intersecta en varios puntos. Cualquier estructura a construir las evita dado su pésimo comportamiento geotécnico y, en el caso del túnel ferroviario proyectado, en un determinado lugar, aparecieron unas pizarras negras cuya atribución a las Fms. Formigoso o San Pedro obligó a realizar una serie de investigaciones que confirmaron se trataba de la primera con los agravantes que ello implica y que el trabajo detalla.

ABSTRACT

The new railway projected in the plan of accesos from Asturias to the Meseta includes the construction of a 24 Km. long tunnel through the Cantabrian Mountains, under the Cueto Negro Range, in the limit of Asturias and Leon provinces. The geological studies carried out to the present are directed to show the most important characteristics in relation with the location, project and construction of this tunnel. In addition, the geotechnical studies indicate the geomechanical properties and geotechnical behaviour of the different geological formations. These data let both the designer and constructor, through valuing their incidence, including them in the pertinent measures and calculations.

In the course of the geological mapping came out diverse interpretations concerning the structures and the assignation of several levels to one or other geological formations. The great geotechnical importance of these attributions, not solved by means of drilling, compelled to the use of some no classical methods in the engineering projects, such as the Stratigraphy and Palynology.

Are well known at the present the geomechanical characteristics of the Formigoso Shales, in regard with their excavation, specially since the construction of the Campomanes-Leon motorway, which is throwing them at several points. Every structure to be build is avoiding them due to their very bad geotechnical behaviour. A problematic level of black shales occurs in one point of the above noted railway tunnel. A number of investigations were carried out to determinate their attribution to either Formigoso or San Pedro Formations. The results confirm that it is dealing with the first one, involving the difficulties inherent referred in this paper.

(*) Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A., Madrid.

(**) Departamento de Estratigrafía, Facultad de Geología, Universidad de Oviedo.

(***) Departamento de Geología, Facultad de Biología, Universidad de León.

INTRODUCCION

El proyecto de la variante ferroviaria de Pajares, entre Pola de Lena (Asturias) y La Robla (León), con una longitud total de 46 Km., contempla entre otras estructuras la ejecución de un túnel de 24 Km., que atravesaría la Cordillera Cantábrica entre las poblaciones de Telleo-Tras la Cruz (Asturias) y Beberino (León), salvando un desnivel de 441 metros con pendiente continua de 18 milésimas. Este túnel, concebido para vía doble con 70 m² de sección, sustituiría a los 25,481 kilómetros de túneles existentes actualmente, que con una antigüedad de más de un siglo, sección de 30 m² y vía única constituyen la principal conexión terrestre de Asturias con el resto de la Península, acortando el recorrido entre La Robla y Pola de Lena en 33 Km.

Los estudios previos (Control de Hormigones y Suelos S. A., et al.) se iniciaron en 1981 cubriendo una superficie de más de 3.500 Km² entre Asturias y León, contemplando geología, geotecnia, hidrogeología, geomorfología, sondeos, etc. Posteriormente, la Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles estudió una serie de pasos de la Cordillera Cantábrica que evitasen sobre todo las cuencas carboníferas de Ciñera-Santa Lucía en León y la Central Asturiana por problemas obvios de interferencia con la minería del carbón, con lo que la franja elegida para estudio se desplazó al oeste de la línea ferroviaria existente hoy, teniendo como eje una traza diseñada por Renfe sobre la que se centraron los trabajos, con un recorrido sensiblemente rectilíneo.

La citada traza se dividió en tres tramos y el intermedio, constituido íntegramente por el túnel, se otorgó a ENADIMSA, quien lo estudió entre agosto de 1982 y agosto de 1984. En el transcurso del proyecto y a la hora de atribuir determinados niveles a una Formación sedimentaria, surgieron discrepancias que obligaron a la utilización de técnicas resolutivas que a continuación se describen.

GEOLOGIA Y SONDEOS MECANICOS

Una primera evaluación de la franja de estudio se realizó mediante fotogeología a escala 1:10.000, desarrollándose a continuación cartografía de campo a 1:5.000, y donde había incógnitas estructurales se programaron sondeos con el fin de

subsanciarlas. Si la estructura era clara se ejecutaba el sondeo para definir con precisión los límites de las Formaciones, extraer muestras y conocer *in situ* una serie de parámetros con incidencia geotécnica a la cota prevista de la rasante del túnel (en algunos puntos el recubrimiento de éste llegaba casi al millar de metros), como litología, permeabilidad, velocidad sónica, radiactividad, porosidad, temperatura, presencia de gases, índice de calidad de la roca, etc.

Concretamente, en el anticlinorio del Valle (figura 1), en la zona de la ermita de Nuestra Señora del Valle, en la carretera de Beberino a Buiza, en la provincia de León (ver esquema de situación en la fig. 2), dentro de la escama de Bregón de la Unidad de Somiedo-Correcilla, aparecieron en un núcleo anticlinal de la Formación San Pedro, unas pizarras negras citadas únicamente por VILAS (1971) y TARRIO (1972) como pertenecientes a la Fm. Formigoso. Para confirmar este extremo, dada la trascendencia que implicaba como más adelante se verá, y ante las discrepancias surgidas en el seno del equipo que realizaba la cartografía, que atribuía las citadas pizarras negras a unas intercalaciones dentro de la Fm. San Pedro, se optó por ejecutar un sondeo hasta la cota del túnel, sondeo que (fig. 2) cortó 38,65 metros de areniscas y cuarcitas típicas de la Fm. San Pedro y 31,35 metros (hasta los 70, a que se encontraría la cota de la rasante de la vía), de pizarras negras de la Fm. Formigoso. La atribución de aquéllas a esta última volvió a cuestionarse lo que puso en evidencia:

1. Las potencias atribuidas a la Fm. San Pedro en la vertiente leonesa de la Cordillera Cantábrica de 120-150 metros, se cuestionaban si las pizarras negras se incluían en ella.
2. En ningún punto de la Cordillera existe un paquete de pizarras negras tan importante como el aquí detectado bajo las areniscas ferruginosas que se consideran la base de San Pedro, que no sean las pizarras de Formigoso.
3. La importancia capital de que fuesen o no pizarras de Formigoso radicaba en que, desde el punto de vista geotécnico éstas tienen un comportamiento muy deficiente y una repercusión negativa muy grande en el proyecto de ingeniería, en contraste con la incidencia que supondría el considerarlas como

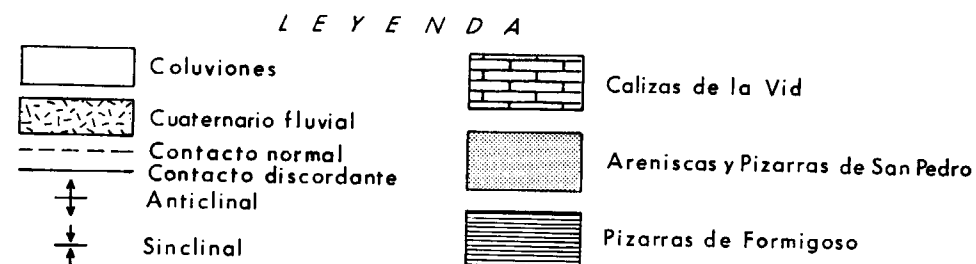
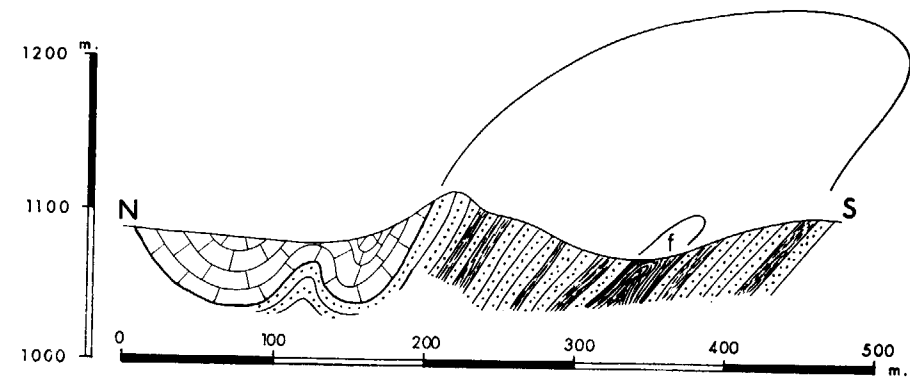
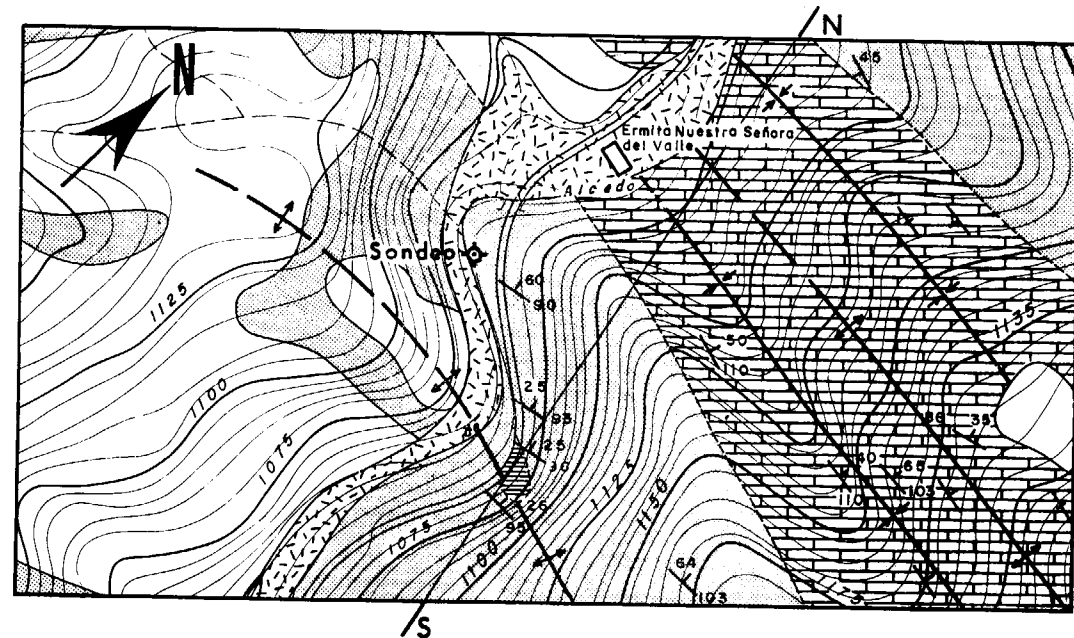


Figura 1.—Afloramiento de Formigoso, en el núcleo del anticlinorio del Valle, en la Escama de Bregón, Unidad de Somiedo Correcilla.

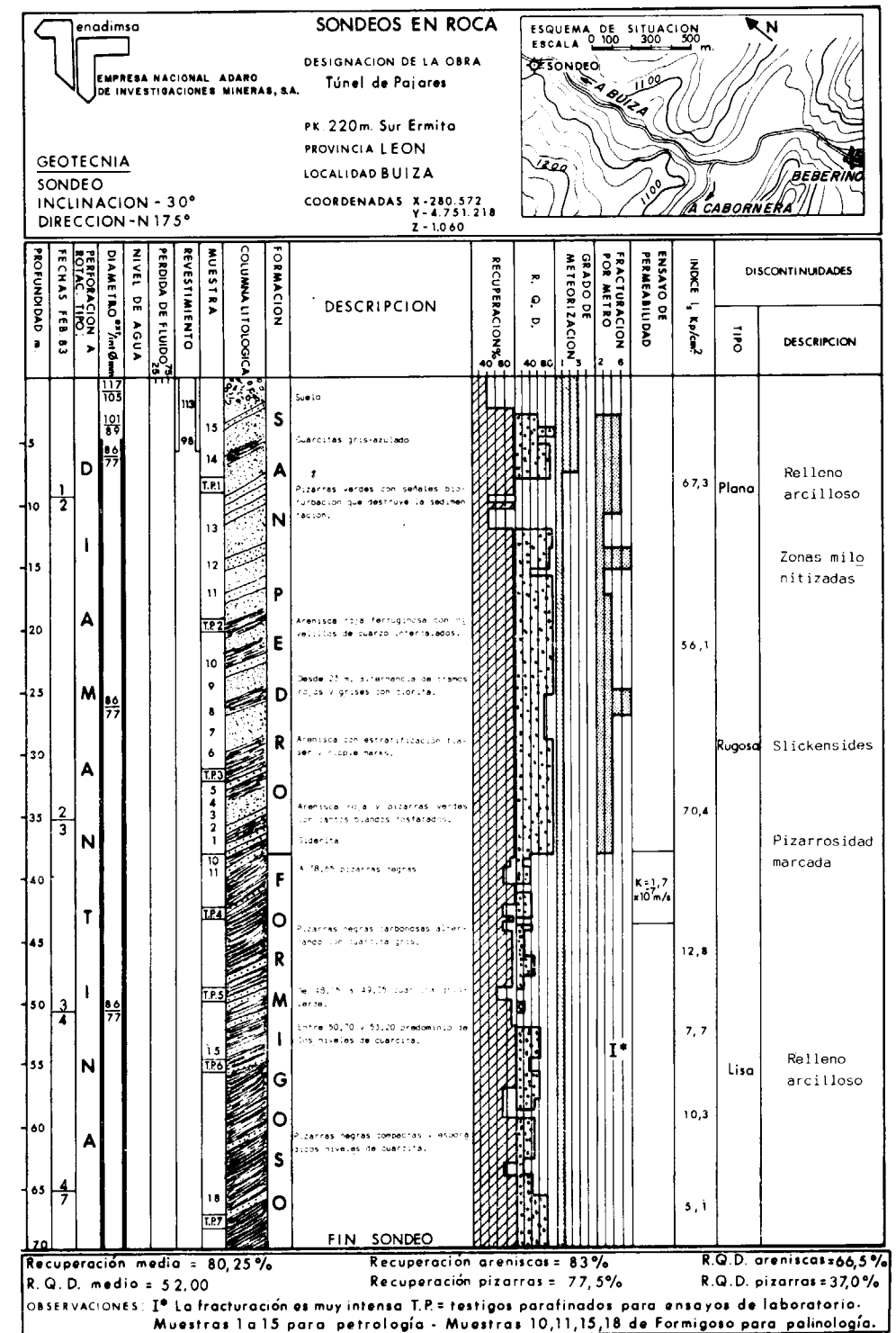


Figura 2.—Registro de perforación y parámetros litológicos del sondeo.

una intercalación de reducida significación en una Formación muy competente, como es San Pedro.

Dadas las características de afloramiento de las pizarras en el núcleo de un pliegue apretado con vergencia al Sur, éstas aparecían fuertemente tectonizadas y rotas, no encontrándose fauna con la que poder datarlas. En los testigos del sondeo tampoco aparecieron fósiles, por lo que se decidió recurrir a la estratigrafía y a la palinología.

ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA

El valle del río Bernesga, que corta perpendicularmente la serie paleozoica constituida por pliegues y cabalgamientos que discurren de E a O, ha sido utilizado por muchos autores para definir la serie tipo del Paleozoico. COMTE (1936, 1937a-b, 1959) da unos espesores de la Fm. San Pedro entre 80-170 metros. LLOPIS (1959), coloca su límite inferior en las areniscas ferruginosas basales, dando potencias entre 120 y 150 m. EVERS (1967) y VAN STAALDUINEN (1973), 100-170 m., situando todos la base en los bancos gruesos de areniscas ferruginosas. VILAS (1971), 70-143 m., y finalmente SÁNCHEZ DE LA TORRE (1977), 100-180 m., comenzando por unas areniscas rojas en la base, seguidas de una alternancia de pizarras y areniscas rojas y verdes en la parte media y cuarcitas y pizarras negras en el techo.

La columna estratigráfica levantada a partir del núcleo anticlinal aflorante en el lado derecho de la carretera, unos 220 metros antes de llegar a la ermita en dirección a Buiza y en el flanco norte, da unos espesores de San Pedro de 114,75 m. perfectamente asimilables a los encontrados en las series de Beberino, La Gotera, La Vid, Villasilpliz, Aralla, Oblanca y Valporquero, lo que en principio excluía la posibilidad de considerar las pizarras negras como una intercalación de la Formación San Pedro. Se recogieron una serie de muestras para petrología y palinología tanto de la serie como del sondeo realizado ya que, toda la Fm. San Pedro y la parte superior de Formigoso están bien caracterizadas desde el punto de vista palinológico y han sido objeto de dos tesis doctorales (CRAMER, 1964; RODRÍGUEZ, 1979b).

La columna (fig. 3) comienza en el núcleo del pliegue anticlinal en las pizarras negras, que presentan delgados niveles intercalados de areniscas

de grano muy fino y limolitas en estratificación lenticular (2-3 cm.) de color gris, mostrando laminación cruzada de ripples. Hasta el primer banco grueso de areniscas se miden 17,35 metros.

Dentro de la serie estudiada se pueden apreciar los tres miembros diferenciados en la Fm. San Pedro a lo largo de esta zona de la vertiente leonesa: un miembro basal de areniscas rojas en capas potentes, uno intermedio formado por alternancias de areniscas de diversa coloración, limolitas y pizarras gris verdosas, y un miembro superior en el que predominan las areniscas cuarcíticas de tonos claros sobre las pizarras gris oscuras y limolitas. En esta sucesión se recogieron un total de 12 muestras (BB-) para estudio de láminas delgadas.

Las areniscas rojas oscuras (o verdes oscuras por reducción del hierro), aparecen por lo general en capas de espesor medio a grueso (hasta 2 m.), con bases muy a menudo erosivas. Internamente presentan estratificación cruzada en surco a mediana escala y de forma muy escasa ondulaciones de pequeños ripples de interferencia. El tamaño del grano oscila de grueso a fino, siendo frecuentes los cantos fosfatados así como los sideríticos y lutíticos. Son también comunes aquí los ooides arcillosos-hematíticos o cloríticos, así como los granos de cuarzo con envueltas ferruginosas; el porcentaje de ooides de hierro puede ser localmente muy alto. El contenido en fauna por lo general es muy bajo, siendo ésta poco variada, de pequeño tamaño, fragmentada y localizándose concentrada en niveles que coinciden con las láminas de estratificación cruzada. El calibre es generalmente malo y tienen abundante contenido en matriz o cemento de naturaleza hematítica o clorítica. Las estructuras orgánicas son escasas, dominando las de desarrollo vertical debidas a organismos suspensívoros sobre el resto.

Las areniscas de tonos beige y blanquecinos son mucho más cuarcíticas, estando los granos bien calibrados y redondeados, y oscilando el tamaño de los mismos de medio a muy fino. El cemento dominante es de cuarzo, aunque existen también dolomita ferrosa y hematites, apareciendo este último más a menudo en forma de películas alrededor de los granos de cuarzo. Localmente abundan los cantos blandos lutíticos generalmente de color verde claro. El espesor de las capas

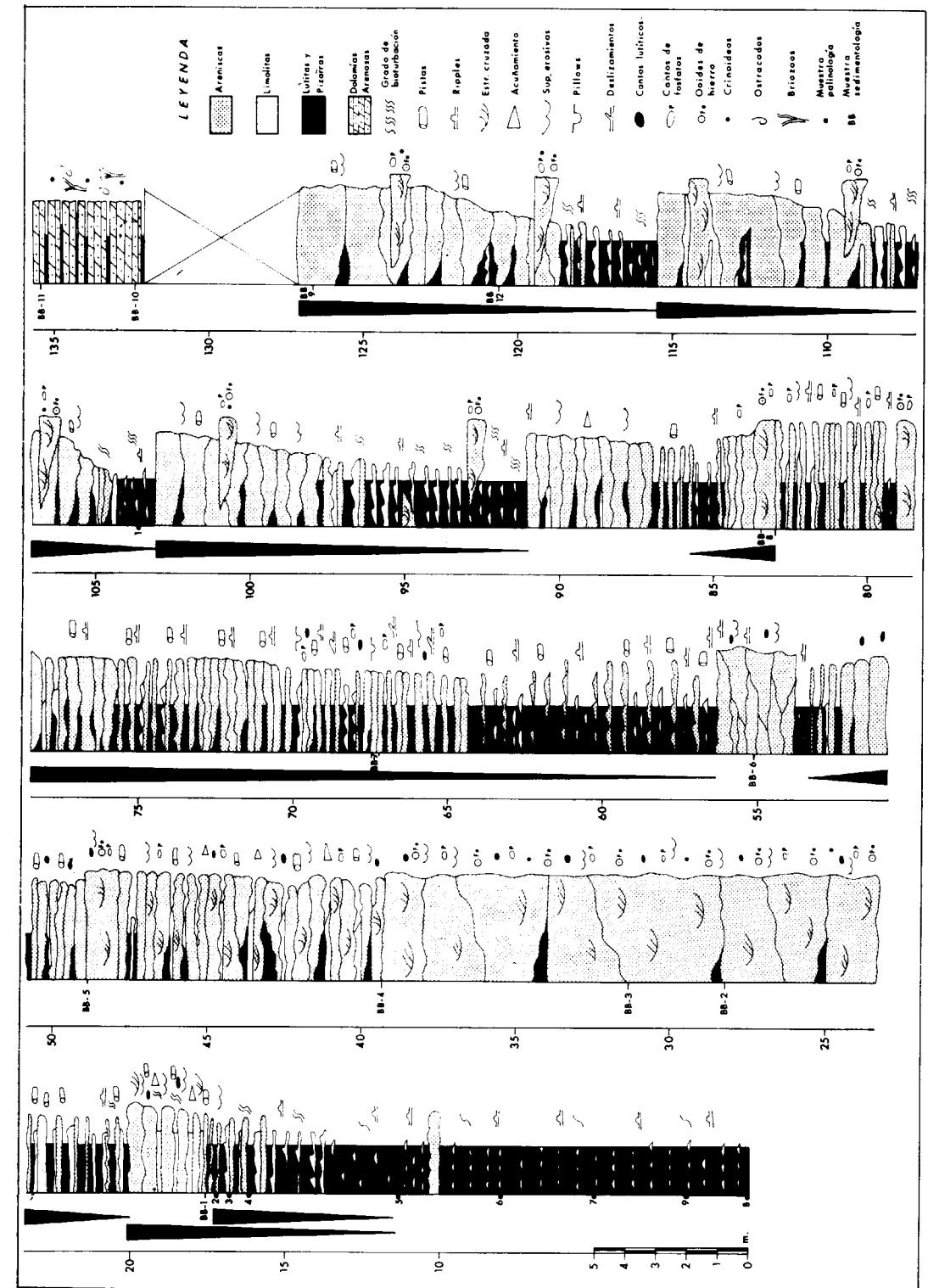


Figura 3.-Serie estratigráfica de la Formación San Pedro en el flanco norte del primer pliegue anticlinal en la carretera de Beberino a Buiza (León), 220 m. al sur de la Ermita de Nuestra Señora del Valle.

es muy variable (desde 0,03 m. hasta 1,20 m.), presentando los estratos cambios laterales rápidos en el mismo y siendo muy frecuentes los acuñamientos. Internamente tienen una estructura muy variable, apareciendo laminación paralela o cruzada de muy bajo ángulo en las capas más delgadas así como estratificación cruzada en surco a pequeña escala; en capas más gruesas suele dominar la estratificación cruzada planar tanto en cuña como tabular y la cruzada en surco a mediana escala. Son muy frecuentes las superficies erosivas y los ripples en el techo de las capas. En cuanto a las estructuras orgánicas predominan las debidas a organismos suspensívoros.

Las limolitas son de tonos grisáceos y las pizarras de colores gris verdoso y gris oscuro. Normalmente aparecen formando alternancias entre las que se intercalan a menudo capas delgadas de areniscas de grano muy fino. El espesor de las capas limolíticas oscila entre unos milímetros y 10 cm. siendo muy frecuentes los acuñamientos. Se observa una relación directa entre el espesor de los estratos y su continuidad lateral. Internamente presentan laminación paralela y más comúnmente estratificación cruzada en surco de ripples a pequeña escala. Son aquí muy abundantes las estructuras orgánicas, llegando muy frecuentemente a producir bioturbación deformativa que homogeneiza las litologías impidiendo la identificación de las estructuras preexistentes. Cuando la bioturbación es figurativa, se observa un dominio de la estratificación lenticular. Localmente aparecen estructuras slumpizadas, convoluted y pillows.

La sedimentación tuvo lugar en una amplia y estable plataforma epicontinental de bajo gradiente sometida fundamentalmente a la actividad del oleaje, tanto normal como de tempestad. La mayor parte de los depósitos tuvieron lugar en áreas «offshore» de posición intermedia dentro de la misma, dada la ausencia sistemática de estructuras propias de ambientes litorales o de exposición subaérea en general, así como de características de una cierta profundidad.

Dado el notable espesor de la Fm. San Pedro, con facies siempre dentro del ambiente relativamente somero ya indicado, aunque con ciertas oscilaciones de carácter batimétrico debidas a diversas etapas transgresivo-regresivas alternándose irregularmente, se deduce que el depósito corresponde a una típica plataforma de agradación.

Dentro de la misma, se sucedieron no obstante períodos de energía y significado muy diferentes. Así, se aprecian algunos en los que el carácter dominante consiste en la entrada y redistribución de terrígenos a lo largo de la plataforma, con la creación de bancos arenosos sublitorales («sand ridges») que son destruidos a veces parcial o totalmente durante intervalos de fuertes tempestades, las cuales generan cuerpos sedimentarios con estructuras «hummocky» y «swaley».

Durante las etapas de interrupción de aportes, o en áreas con poca influencia de éstos y ricas en fangos, pero con una cierta agitación, se generan ooides ferruginosos. Si los períodos de no depósito son suficientemente largos, el fondo llega incluso a colonizarse ligeramente por una fauna oportunística caracterizada por una baja variabilidad específica. No obstante, la aparición actual de la misma en la serie así como la de los ooides ferruginosos, tiene lugar en capas de removilización acumuladas a cierta distancia de sus lugares de origen.

Asimismo durante estos períodos de baja energía o en zonas de atenuación de ésta, la actividad orgánica se hace intensiva, especialmente en los sedimentos de grano más fino que aparecen a menudo fuertemente bioturbados incluso con destrucción total de la estratificación.

PALINOLOGIA

RODRÍGUEZ (1983) realiza un estudio palinológico exhaustivo de la Fm. San Pedro y parte superior de Formigoso, atendiendo a aspectos diferentes, además de los taxonómicos y de edad que son los que tradicionalmente constituyen las publicaciones paleontológicas, utilizando por primera vez los palinomorfos como indicadores paleoambientales.

Se recogieron un total de dieciséis muestras, nueve de ellas en el flanco norte del anticlinal en la serie pizarrosa que se encuentra estratigráficamente por debajo del afloramiento más antiguo de arenisca ferruginosa, a intervalos de unos 30 a 50 cm., situándose la más antigua en el núcleo del anticlinal y la más moderna a unos 30 cm. por debajo del techo de estas pizarras negras.

Las otras siete se tomaron en la serie pizarrosa del sondeo, la inferior a 70 m. de profundidad y

la superior en el nivel situado a 38,50 m. donde se aprecia el límite entre la serie pizarrosa y los niveles rojizos que caracterizan la Fm. San Pedro.

Con el propósito de extraer los palinomorfos contenidos en las muestras, se prepararon un total de ocho, cuatro procedentes del afloramiento y otras cuatro procedentes del sondeo (éstas, la 10-11-15 y 18 representadas en la figura 4 junto con las posiciones relativas de la serie y el sondeo), disgregándose mediante ataque químico con ácido fluorhídrico y extracción de los palinomorfos por diferencias de densidad.

Con excepción de una, el resto contiene palinomorfos pertenecientes casi exclusivamente al grupo de los quitinozoos, circunstancia bastante extraña para el caso de la Formación San Pedro que contiene principalmente acritarcos y miosporas además de quitinozoos.

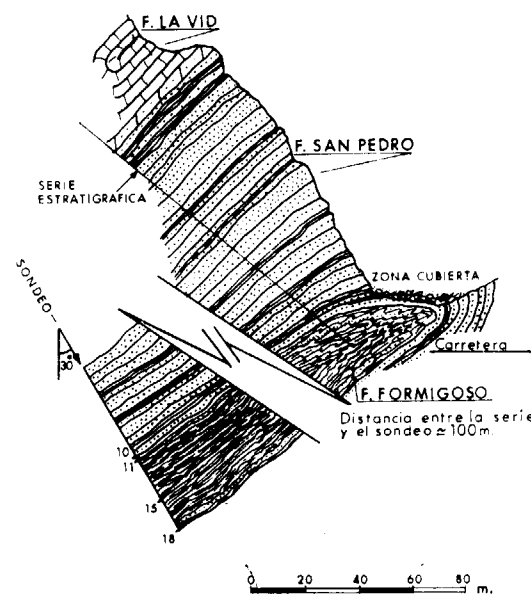


Figura 4.—Localización de la serie estratigráfica levantada y el sondeo con sus muestras estudiadas de palinología.

MUESTRAS DE AFLORAMIENTO

Muestra núm. 2

Miosporas:

Ambitisporites dilutus (Hoffmeister) Richardson y Lister, 1969. Edad: Silúrico.

Quitinozoos:

Margachitina elegans Eisenack, 1937. Edad: Ludloviense.

Ancyrochitina cf. *diabolo* Eisenack, 1955. Edad: Wenloquiense a Ludloviense.

Angochitina cf. *filosa* Eisenack, 1955, cf. *echinata*. Eisenack, 1937. Edad: Ludloviense.

Edad de la asociación palinológica: Ludloviense.

Muestra núm. 4

Acritarcos:

Neoveveryhachium carminae Cramer, 1970. Edad: Silúrico.

Quitinozoos:

Eisenackitina oelandica silurica Taugordeau, 1963. Edad: Wenloquiense y Ludloviense.

Margachitina cf. *margaritana* Eisenack, 1937. Edad: Llandovery Superior a Wenloquiense Inferior.

Edad de la asociación palinológica: Llandovery.

Muestra núm. 6

Miosporas:

Ambitisporites dilutus (Hoffmeister) Richardson y Lister, 1969. Edad: Silúrico.

Quitinozoos:

Plectochitina combazii Cramer, 1967. Edad: Llandovery.

Ancyrochitina aff. *Ancyrochitina* sp. 2 Cramer, 1978. Edad: Llandovery.

Edad de la asociación palinológica: Llandovery.

Muestra núm. 8

Miosporas:

Ambitisporites dilutus (Hoffmeister) Richardson y Lister, 1969. Edad: Silúrico.

Quitinozoos:

Plectochitina combazii Cramer, 1967. Edad: Llandovery.

MUESTRAS DE SONDEO

Muestra núm. 10

Esta muestra se localiza en el nivel situado a 38,50 m. de profundidad, donde se encuentra el comienzo de la serie de color rojizo que debe corresponder a la base de la Fm. San Pedro, en la que dominan los acritarcos y miosporas sobre los quitinozoos.

Miosporas:

Ambitisporites dilutus (Hoffmeister) Richardson y Lister, 1969. Edad: Silúrico.

Acritarcos:

Neoveryhachium carminae Cramer, 1967. Edad: Silúrico.

Multiplicisphaeridium denticulatum (Cramer) Eisenack et al., 1973. Edad: Silúrico.

Leiofusa fusiformis Eisenack, 1938. Edad: Ludloviense.

Edad de la asociación palinológica: Ludloviense Superior a Downtoniense.

Muestra núm. 11

La muestra núm. 11 se tomó a los 39,70 m. del sondeo.

Acritarcos:

Multiplicisphaeridium denticulatum (Cramer) Eisenack et al., 1973. Edad: Silúrico.

Quitinozoos:

Bursachitina cf. lagenomorpha Eisenack, 1937. Edad: cit. en el Ludloviense (DEUNF et al., 1971).

Ancyrochitina cf. diabolus Eisenack, 1955. Edad: Wenloquiense y Ludloviense.

Ancyrochitina fragilis brevis Taugordeau y Jekhowsky, 1960. Edad: Ludloviense.

Plectochitina carminae Cramer, 1964. Edad: Ludloviense a Gedinense Inferior.

Ancyrochitina ancyrea Eisenack, 1955. Edad: Ludloviense Inferior.

Edad de la asociación palinológica: Ludloviense Inferior.

Muestra núm. 15

La muestra núm. 15 se tomó a 56,50 m. de profundidad.

Acritarcos:

Neoveryhachium carminae Cramer, 1967. Edad: Silúrico.

Quitinozoos:

Ancyrochitina cf. diabolus Eisenack, 1965. Edad: Wenloquiense a Ludloviense.

Edad de la asociación palinológica: sin precisar si se trata de un Wenloquiense o de un Ludloviense.

Muestra núm. 18

La muestra núm. 18 corresponde al fondo del sondeo (70 m.).

Miosporas:

Ambitisporites dilutus (Hoffmeister) Richardson y Lister, 1969. Edad: Silúrico.

Quitinozoos:

Margachitina elegans Eisenack, 1973. Edad: Ludloviense.

Ancyrochitina fragilis brevis Taugordeau y Jekhowsky, 1960. Edad: Ludloviense.

Linochitina cingulata Eisenack, 1937. Edad: Ludloviense.

Edad de la asociación palinológica: Ludloviense.

Del estudio de las asociaciones palinológicas se puede deducir la edad de las muestras.

Por lo que respecta al afloramiento, la edad del tramo pizarroso que constituye el flanco norte del anticlinal estudiado va desde el Llandovery al Ludloviense, mientras que de las del sondeo la asociación palinológica de la muestra núm. 10 es característica de la Formación San Pedro, constando mayoritariamente de palinomorfos del grupo de las miosporas y acritarcos. En cambio, las asociaciones de las muestras situadas por debajo de la núm. 10 constan casi exclusivamente de quitinozoos, los cuales caracterizan la Fm. Formigoso según los resultados de este análisis.

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LAS PIZARRAS DE FORMIGOSO

Formación sedimentaria constituida por pizarras negras, se diferencian en ella las «pizarras del Bernesga» en la parte inferior y las «capas de Villasimpliz» en la superior, con más niveles areniscosos. Normalmente, su contenido en graptolites permite una buena datación, pero en el afloramiento objeto de esta publicación no han aparecido.

Las condiciones de estabilidad, excavabilidad y tipo de sostenimiento en una excavación subterránea, vienen determinadas por una serie de parámetros y propiedades geológicas y geotécnicas entre las que se incluyen el análisis estructural de discontinuidades, la naturaleza de materiales, el grado de fracturación del macizo rocoso, resistencia y meteorización de la matriz rocosa, condiciones hidrológicas, etc. Todos estos parámetros agrupados, han dado lugar a diferentes sistemas de clasificación que tratan de cuantificar o valorar un tipo de roca asociado a su comportamiento en cuanto a la estabilidad y a sus condiciones constructivas.

Las pizarras de Formigoso a estos efectos son calificadas como roca mala a excepcionalmente mala, según la clasificación aplicada de BARTON et al. (1974) y, de mala a muy mala según la RMR (Rock Mass Rating), BIENIAWSKI (1979) y la SRC (Surface Rock Classification), GONZÁLEZ DE VALLEJO (1982). Los primeros datos se obtuvieron ya en el propio sondeo (ver fig. 2) donde el índice de calidad de la roca, RQD (DEERE, 1963) entre el 25 y 50 por 100 la califica de mala, mientras que el grado de fracturación es muy intenso y el contenido arcilloso del 45 por 100 (50 por 100 de cuarzo y 5 por 100 de feldespato) obtenido por difracción de rayos X se refiere a illita (37), caolinita (6) y clorita. Además, las pizarras de Formigoso contienen sulfuros metálicos, principalmente piritas y marcasitas que pueden atacar al hormigón dando expansividad en los cementos y ataques por corrosión de los elementos metálicos (DAPENA et al., 1980).

La importancia de ese contenido del 45 por 100 de arcillas queda reflejada en el ensayo de la durabilidad (FRANKLIN, 1972) que orienta acerca de la resistencia de la roca a la meteorización y desintegración luego de someterla a ciclos de agitación sumergida y de secado. Se obtuvieron pérdidas

nozoos, los cuales caracterizan la Fm. Formigoso según los resultados de este análisis.

El sondeo debe cortar un pliegue anticlinal, de manera que las tres primeras muestras se situarían en un flanco del mismo, mientras que la muestra núm. 18 debe situarse en el otro, por lo que, a pesar de encontrarse a cota más baja que las anteriores, constituye un nivel estratigráficamente más moderno que los de las muestras números 11 y 15.

La posición geocronológica de las muestras estudiadas del afloramiento y del sondeo se ve en la figura 5.

A partir de la edad de las muestras del afloramiento y del sondeo se puede afirmar que las pizarras negras pertenecen a la Fm. Formigoso con las implicaciones geotécnicas que ahora se verán.

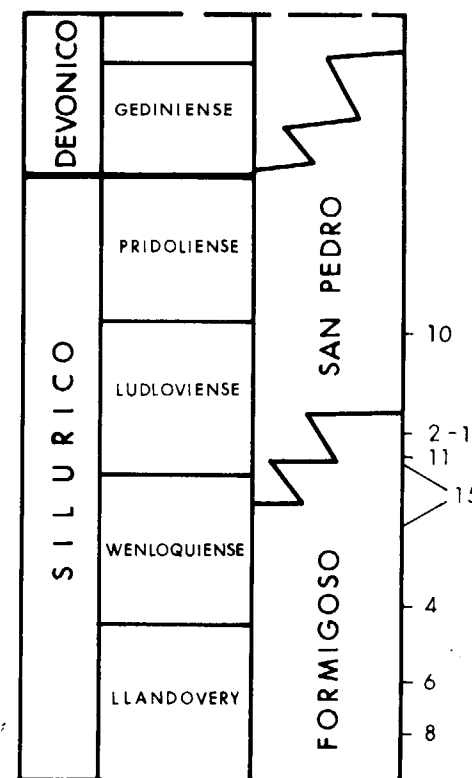


Figura 5.—Posición cronoestratigráfica de las muestras de palinología y del sondeo.

del 20 por 100 en el peso de las muestras ensayadas, si bien ha de considerarse como un resultado conservador por las características excepcionales de las muestras escogidas en los sondeos (longitud, mínima diaclasación, testigos sanos, intercalaciones areniscosas y/o cuarcíticas que dan mayor competencia, etc.). En la realidad, se pueden producir pérdidas superiores al 50 por 100 en peso, lo que tampoco ocurre con las intercalaciones pizarrosas existentes en San Pedro, de contenido arcilloso, muy inferior.

De los 67 tramos en que se dividió el túnel atendiendo a su litología, únicamente las pizarras de Formigoso quedaron definidas como «roca de muy mala calidad» lo que, aplicado a las condiciones de estabilidad en función del tiempo de permanencia sin soporte y de la distancia o luz de excavación que puede permanecer estable el frente excavado sin necesidad de sostenimiento, dan cifras de menos de 8 horas y 1 a 2 metros mientras que, por ejemplo, las pizarras de La Vid pueden sostenerse sin soporte durante 7-8 horas, pero excavando más de 5 metros, y las de Huergas presentan aún mejores condiciones.

En cuanto a la resistencia a compresión simple, las pizarras de Formigoso ofrecen valores entre 60 y 270 Kp/cm²; las de La Vid, 60-450 Kp/cm²; las de Huergas, 180-280 Kp/cm², y las de San Pedro (a las que se podían asimilar las pizarras negras) de 180 a 300 Kp/cm². Estos valores clasifican las pizarras de Formigoso como de muy baja resistencia, mientras que las de San Pedro serían de baja resistencia.

La resistencia a compresión simple obtenida por métodos indirectos con el ensayo de carga puntual da unos índices I_s entre 5 y 22 Kp/cm² para las pizarras de Formigoso, y muy baja resistencia, de modo similar a lo obtenido por determinación directa.

Los módulos de deformación estática de la matriz establecidos por analogía entre el módulo medido en el laboratorio y la resistencia a compresión simple, para el caso de Formigoso son de 100.000 a 150.000 Kp/cm², mientras que para las pizarras de San Pedro, las de Huergas y las de La Vid no bajan de 250.000 Kp/cm².

Todas estas propiedades califican a las pizarras de Formigoso como materiales de muy mal comportamiento geotécnico con fines de excavación

y sostenimiento por sus parámetros geomecánicos y su contenido mineralógico con una alta proporción de arcillas. Su incidencia sobre la seguridad y economía en una obra como el túnel proyectado, es muy negativa, tanto peor cuanto mayor sea el porcentaje presente de la citada Formación.

CONCLUSIONES

El afloramiento de pizarras negras en el núcleo del anticlinal que dibujan las areniscas y pizarras de San Pedro en la carretera de Beberino a Buiza (León) y que aparecen por debajo de los primeros niveles de areniscas ferruginosas de esa Formación, son atribuibles a la Fm. Formigoso como se ha podido confirmar por la ejecución de un sondeo y los estudios estratigráficos y palinológicos realizados. De este modo se ratifican las teorías de VILAS (1971) y TARRIO (1972), que cartografiaban como tales dichas pizarras de Formigoso, y se pone en evidencia la importancia de tal asignación con vistas al proyecto de construcción de un túnel ferroviario que cortaría los citados materiales, de peor comportamiento geotécnico de todos los que integran el Paleozoico desde las areniscas de la Fm. Herrería hasta el Estefaniense, prácticamente atravesados en su totalidad a lo largo del trazado de este túnel.

Únicamente cuando las litologías que van a ser afectadas por cualquier excavación, son similares en cuanto a sus características petrológicas, de resistencia, deformabilidad, alterabilidad, etc., se puede despreciar desde el punto de vista ingenieril el que pertenezcan a un determinado piso cronoestratigráfico. Pero, cuando a priori se conoce por la experiencia acumulada la negativa repercusión de dichas litologías y además se cuestiona si pertenecen o no a una Formación determinada (lo que hará variar automáticamente el criterio sobre su influencia en la citada obra y su repercusión en las investigaciones previas), es imprescindible el datarlas con precisión aparte de que desde el punto de vista geológico puede haber sensibles variaciones en cuanto a los espesores de las Formaciones superior e inferior e incluso se puede modificar la estructura.

Desde el punto de vista geotécnico y en toda la zona afectada por el túnel es suficientemente significativo citar formaciones como Formigoso

o San Emiliano en contraste con San Pedro, Santa Lucía o Portilla. Mientras a las dos primeras se dedicarían el 70 por 100 de las investigaciones para las otras tres bastaría el 30 por 100, lo que, conociendo la serie estratigráfica del Paleozoico de la C. Cantábrica, presupone comportamientos geomecánicos de muy distinto significado e incidencia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE) titular del Proyecto y, a la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A. (ENADIMSA), que ha hecho posible la materialización de esta publicación y ha puesto a nuestra disposición cuanta información documental y medios se han necesitado.

BIBLIOGRAFIA

- BARTON, N.; LIEN, R., y LUNDE, J.: *Engineering Classification for rock masses for the desing of tunnel support*. Rock Mech., vol. 6, núm. 4, 189-236 (1974).
- BIENIAWSKI, Z. T.: *Tunnel desing by Rock Mass Classifications*. Pennsylvania State University, U.S. Tecnical report GL-7919, 131 pp. (1979).
- BOSCH, W. J. VAN DEN: *Geology of the Luna-Sil region Cantabrian Mountains (NW Spain)*. Leidse Geol. Meded., 44, 137-225 (1969).
- COMTE, P.: *La serie devonienne du Leon (Espagne)*. C. R. Ac. Sci. France, 202, 237-239 (1936).
- COMTE, P.: *Les grès rouges de San Pedro (León, Espagne)*. Ann. Soc. Geol. du Nord, 62, 60-68 (1937a).
- COMTE, P.: *Sur le Gedinnien de la Chaîne Cantabrique*. C. R. Soc. Geol. de France, 11, 154-156 (1937b).
- COMTE, P.: *Recherches sur les terrains anciens de la Cordillère Cantabrique*. Mem. Inst. Geol. Min. Esp., 60, 440 pp. (1959).
- CONTROL DE HORMIGONES Y SUELOS, S. A. y E. T. S. I. M., UNIVERSIDAD DE OVIEDO: *Estudio geológico-geotécnico del paso por ferrocarril de la divisoria Astur-Leonesa (La Robla-Ujo/Pola de Lena)*. Tomo II: Planos geológicos (1981).
- CRAMER, F. H.: *Microplankton from three Palaeozoic formations in the province of Leon (NW Spain)*. Leidse Geol. Meded., 30, 253-261 (1964).
- DAPENA, E., y URIEL, S.: *Determinación de la meteorabilidad de las rocas*. Bol. Soc. Esp. Mec. Suel. y Ciment., 48, 3-34 (1980).
- DEERE, D. U.: *Technical description of rock cores for engineering purposes*. Rock Mech. Eng. Geol., 1, 18-22 (1963).
- ENADIMSA: *Estudio geológico-geotécnico de la variante ferroviaria de Pajares. Tramo B. Gran túnel*. Memoria; Anexo I-I, Geología; Anexo II, Sondeos; Anexo III, Inv. in situ; Anexo IV-I, Propiedades geotécnicas (1984).
- EVERS, H. J.: *Geology of the Leonides between the Bernesga and Porma rivers, Cantabrian Mountains, NW Spain*. Leidse Geol. Meded., 41, 83-151 (1967).
- FRANKLIN, K.: *The stake durability test*. Int. Journal Rock Mech., 9, 325 (1972).
- GONZÁLEZ DE VALLEJO, L.: *Clasificaciones geomecánicas aplicadas al estudio de excavaciones subterráneas a partir de datos de superficie*. Tecniterrae, núm. 47, S-314 (1982).
- LLOPIS LLADÓ, N.: *Lexique Stratigraphique International. Vol. I: Europe, Fasc. 10a: Espagne*. Centre Nat. Rech. Scient, 96 pp., París (1959).
- RODRÍGUEZ, R. M.: *Palinoestratigrafía por medio de miosporas y acritarcos, de las formaciones San Pedro, Furada y Carazo (Silúrico Superior-Devónico Inferior: Cordillera Cantábrica) en las provincias de León, Oviedo y Palencia*. (Tes. Doct., 476 pp., 52 figs., 22 láms., Univ. Oviedo (1979b).
- RODRÍGUEZ, R. M.: *Palinología de las Formaciones del Silúrico Superior-Devónico Inferior de la Cordillera Cantábrica, NO de España*. Inst. «Fray Bernardino de Sahagún» (C. E. C. E. L.), Serv. de Publicaciones Univ. de León, 231 pp. (1983).
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.: *Guía de las sesiones de campo. Formaciones detriticas y carbonatadas del Devónico Medio y Superior de la Cordillera Cantábrica*. VIII Congreso Nacional de Sedimentología. Oviedo-León (1977).
- STAALDUINEN, C. J. VAN: *Geology of the area between the Luna and Torio rivers, Southern Cantabrian Mountains, NW Spain*. Leidse Geol. Meded., 49, 167-205 (1973).
- TARRIO, L.: *Estudio geológico del frente de la unidad de Somiedo-Correcilla en la región comprendida entre los ríos Luna y Bernesga*. Tesina de Licenciatura. Facultad de Geología. Universidad de Oviedo (1972).
- VILAS, L.: *El Paleozoico inferior y medio de la Cordillera Cantábrica entre los ríos Porma y Bernesga (León)*. Mem. Inst. Geol. Min. Esp., 80 (1971).

Recibido: Enero de 1986

ESTUDIO DE MINERALES Y ROCAS

Geología y Mineralogía del yacimiento de «Sierrecilla» (Puebla de Guzmán, Huelva, España)

Por J. M. GARCIA DE MIGUEL (1) y R. CHAMORRO (2)

RESUMEN

«Mina Sierrecilla» se encuentra situada en la zona española de la Faja Pirítica, en el suroeste de la Península Ibérica. Se trata de un yacimiento de sulfuros complejos cuya particularidad con respecto a los yacimientos análogos de la zona reside en la escasez de pirita, que no pasa de constituir un mineral accesorio. El lugar de la pirita aparece ocupado por otros sulfuros, fundamentalmente galena, blenda y cobre gris.

Este estudio está dedicado a suministrar una detallada descripción de la paragénesis de «Mina Sierrecilla» en relación con la geología local.

ABSTRACT

«Mina Sierrecilla» is located on the Iberian pyritic belt in the southwest of Spain. This is a massive sulfide deposit whose particularity is, regarding the analogous of the zone, its very low pyrite contents, to the point that this mineral may be considered as an accessory one. The place of the pyrite is taken by galena, sphalerite and tetrahedrite.

This paper aims at supplying an extensive description of the mineral paragenesis on the «Mina Sierrecilla» referred to its local geology.

INTRODUCCION

El yacimiento de «Mina Sierrecilla», se encuentra ubicado al este de la carretera que conduce de la Puebla de Guzmán a Paymogo, en el paraje denominado «loma de las Sierrecillas», al pie de un amplio afloramiento volcánico.

Desde el punto de vista geológico, pertenece a la provincia metalogénica denominada «Faja Pirítica». Las características de esta provincia, así como sus yacimientos, se encuentran ampliamente descritos en la bibliografía; baste citar a este respecto dentro de una larga lista, los trabajos de FLORIDO, P., y OLIVEIRA, T. (1983), STRAUSS, G. K. (1970), FEBREL, T. (1972), GARCÍA PALOMERO, F. (1980), KINKEL, A. R. (1962), LECA, X. (1983), RAMBAUD PÉREZ, F. (1969), ROUTHIER, M. P., y AYE, F.,

et al. (1980), SCHERMERHORN, L. J. G. (1976), SOLIER E. (1980), STRAUSS, G. K., MADEL, J., y FDEZ. ALONSO, F. (1977), STRAUSS, G. K., ROGER, G., LECOLLE, M., y LOPERA, E. (1981), VÁZQUEZ GUZMÁN, F. (1976), y entre los ya clásicos, el de PINEDO VARA, I. (1963).

La Faja Pirítica ocupa una banda de unos 230 por 30 Km., que se extiende desde la parte occidental de la provincia de Sevilla hasta el Océano Atlántico en Portugal, manteniendo una dirección aproximada E-O en España, que se flexiona hacia el N en Portugal.

Pertenece a la zona denominada «sudportuguesa» del macizo Hespérico y está constituida por tres grandes unidades litoestratigráficas:

Unidad inferior, con pizarras y cuarcitas, donde se encuentran lentejones calcáreos con fauna del Devónico Superior.

Unidad intermedia, conocida como «Complejo vulcano-sedimentario», de edad Tournaisiense-Vi-

seiense Medio. Dentro de esta unidad se ubican los yacimientos de sulfuros complejos.

Unidad superior, formada por una potente secuencia flyschoides en facies Culm, y de edad Vi-seiense Superior, que puede llegar al Namuriense.

El yacimiento de «Sierrecilla» aparece enclavado en el «Complejo vulcano-sedimentario», y dentro de él, en el denominado «vulcanismo inicial». Los materiales que lo constituyen forman la prolongación hacia el este del «anticlinal de la Sierra de los Buitres».

Se trata de un depósito de sulfuros masivos con características similares a los demás de la región. Su particularidad reside en la escasez de pirita con relación a los sulfuros de cobre, plomo y cinc y en su fuerte contenido en tetrahedrita, constituyendo, contra lo que es habitual en la zona donde la calcopirita es relativamente frecuente, el principal portador del cobre.

Al ser el aspecto mineralógico-textural el objetivo principal de este estudio, sólo se efectuará la descripción geológico-estructural con objeto de situar la mineralización en su contexto y ceñida al área circundante de la mina, evitando la extensión a otros dominios fuera del fin perseguido.

ESTRATIGRAFIA

La serie estratigráfica en este área es bastante particular (no manifiesta gran extensión en dirección E-O dentro del afloramiento volcánico en que está enclavada).

La serie se encuentra en posición normal y los tramos que la componen, descritos por orden de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

Pizarras y areniscas

Pizarras grises y negras con niveles centimétricos de areniscas y lentejones de escasa continuidad lateral (5-20 m.) de ortocuarcitas, cuya potencia varía entre 1 y 8 metros. Hacia el parte alta de la serie, aparecen esporádicas manifestaciones volcánicas, tobas finas y cineritas, de escaso espesor y continuidad lateral. La potencia de este tramo es desconocida.

Andesitas

Serie relativamente potente (70-80 metros) de tobas y lapilli gris, estratificadas, sericíticas y de naturaleza andesítica. El feldespatos se presenta abundante y el cuarzo subordinado. Irregularmente distribuidos, aparecen niveles de lava de igual naturaleza, y de escasa potencia y continuidad. Se encuentra en este tramo una fina diseminación de pirita que puede llegar a constituir el 20 por 100 de la masa de roca. Hacia el techo, aparece esferulita groseramente dispersa, acompañada de galena (en algunas ocasiones llegan a constituir cuerpos de sulfuros masivos en forma de pequeños lentejones de escasa continuidad). Estos sulfuros componen en este área un nivel mineralizado secundario (horizonte inferior).

Toba silicificada

De color gris pálido a blanca, con débil a fuerte silicificación; en parte parece tratarse de una exalita y a veces presenta «slumps». Esta roca está íntimamente relacionada con la mineralización principal, ya que es posible encontrarla tanto a techo como a muro de la misma. Manifiesta una diseminación de sulfuros muy variable, que nunca llega a superar el 20 por 100 de esfalerita, galena, calcopirita, tetrahedrita y pirita. Su potencia es variable y en general oscila entre 2 y 5 metros.

Sulfuros masivos (Horizonte superior)

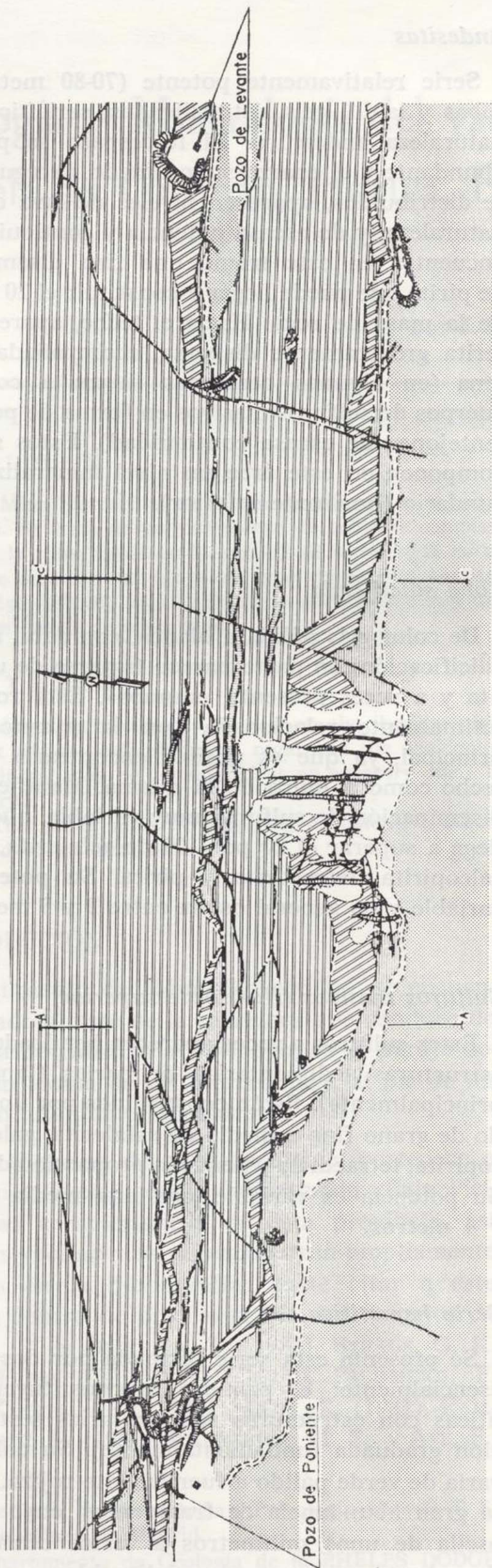
Estos sulfuros a veces aparecen bandeados y con estructuras sedimentarias primarias (laminación principalmente). Están constituidos por un agregado de grano fino a medio de esfalerita, galena, calcopirita, tetrahedrita y pequeña proporción de pirita. Su potencia es variable, con una media entre 2 y 4 metros.

Serie hematítica

Se presenta esta serie formada por dos niveles esencialmente: el primero lo constituyen tobas líticas con estructuras sedimentarias (estratificación graduada fundamentalmente). Su coloración varía de verde pálido a fuertemente rojiza. Presenta gran abundancia de fragmentos, cuyo tamaño oscila de unos milímetros a varios centímetros, de «chert» gris y verde, riolita blanca y dacita

(1) Jefe Dpto. de Mineralogía y Petrología de la E. T. S. de Ing. de Minas de Madrid.

(2) Departamento de Geología de la PHELPS DODGE ESPAÑOLA Co. y Cía.



- Andesita.
- Pizarras negras con grauwacas.
- Tobas sericiticas grises y negras.
- Tobas gruesas y cineritas rojas y verdes.
- Sulfuros masivos.
- Tobas silicificadas con diseminacion de sulfuros.
- Tobas andesiticas litico-cristalinas.
- Pizarras grises y negras con lentejones de ortocuarzitas.

LEYENDA

SIMBOLOS

- Contacto geológico.
- Falla.
- Cabalgamiento.
- Anticlinal.
- Pozo.
- Escombrera.
- Trinchera.
- Camino.

100 m.

Figura 1.—Plano geológico de superficie del yacimiento de Sierrecilla.

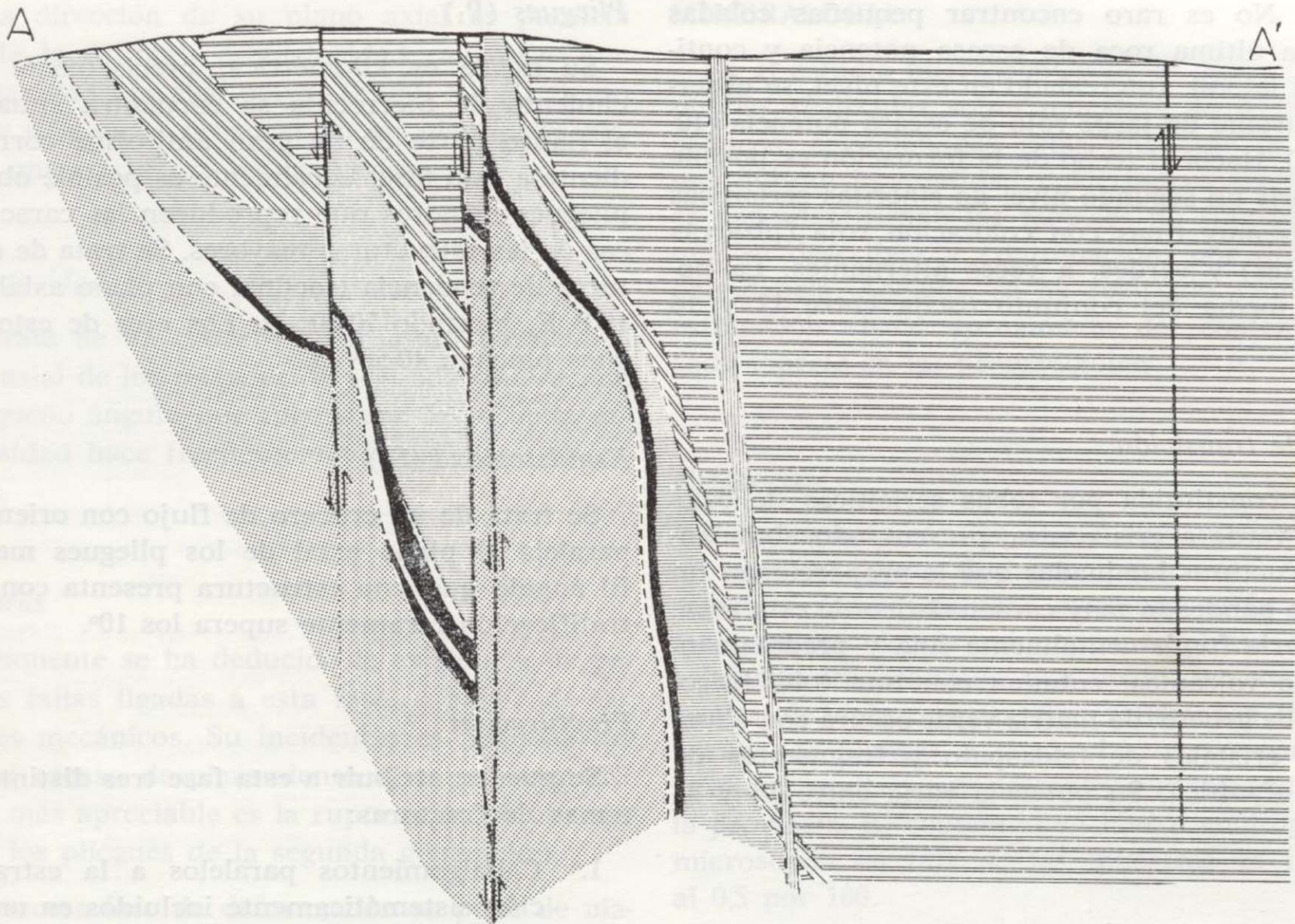


Figura 2.—Sección geológica A-A' del yacimiento.

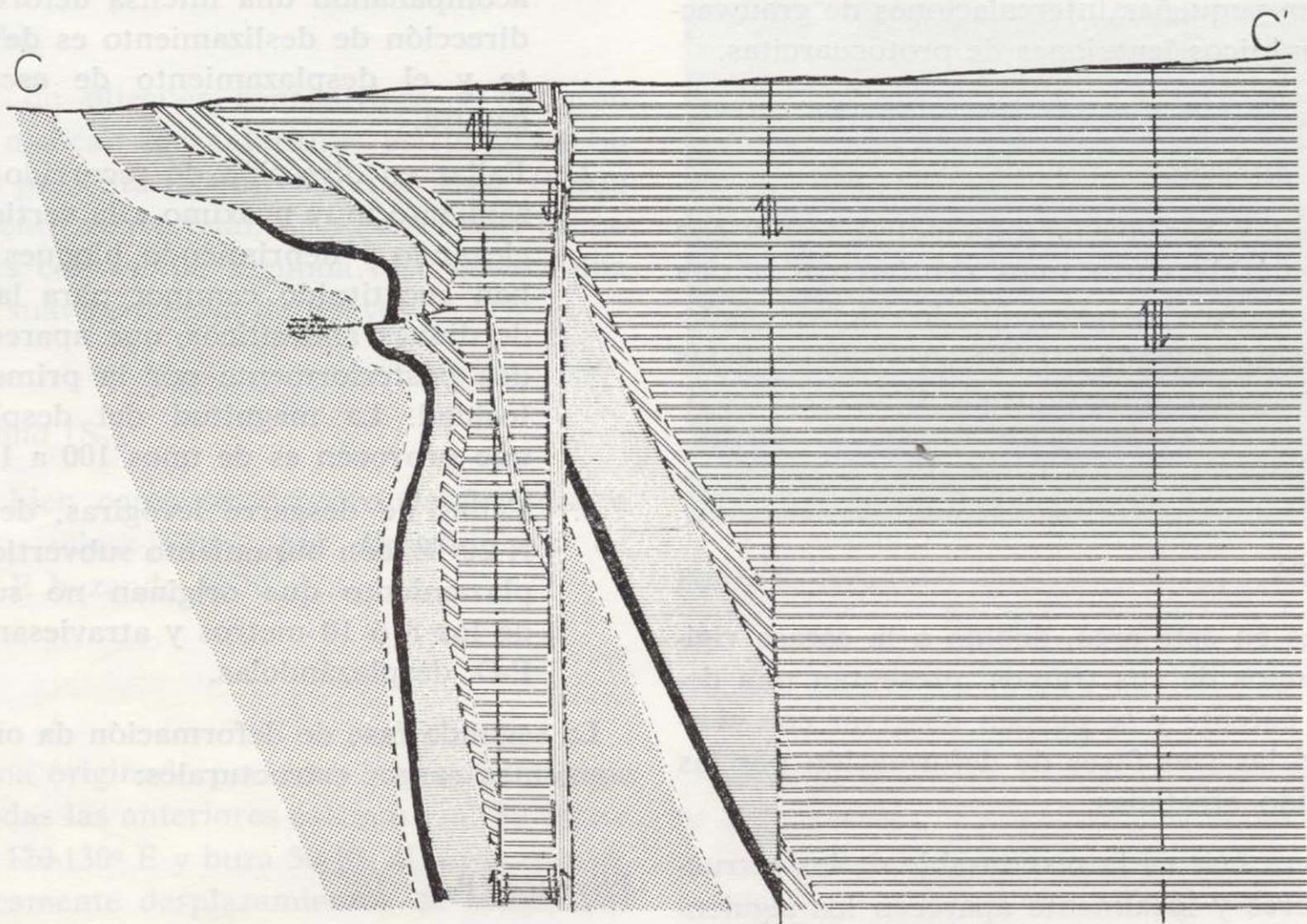


Figura 3.—Sección geológica C-C' del yacimiento.

rojiza. No es raro encontrar pequeñas coladas de esta última roca de escasa potencia y continuidad lateral. Intercalado en este nivel, se observa un tramo de jaspe rojo de escasa potencia (10-20 cm.). Hacia el techo de la formación es posible descubrir un segundo nivel de cineritas sericíticas y tobas muy finas con coloración roja (pizarras hematites) y verdes, a veces alternantes. La potencia media del conjunto oscila entre 12 y 16 metros.

Serie de transición

Está constituida por tobas sericíticas de coloración verde a gris ceniza, presentando abundantes estructuras laminadas que le proporcionan un aspecto bandeado muy característico de esta roca. Esta serie fundamentalmente fina y predominantemente volcánica, culmina con una toba lítico-cristalina gruesa, de matriz verde-oscura con abundantes cristales de feldespato y fragmentos de riolita afanítica. Su potencia varía entre 15 y 25 metros.

Pizarras y grauwackas

Se trata de una formación de pizarras negras y grises con pequeñas intercalaciones de grauwackas y esporádicos lentejones de protocuarzitas.

Diques de andesitas

Se presentan con una granulometría fina y con potencia variable entre unos centímetros y una docena de metros, atravesando los demás materiales. A veces, cuando atraviesan pizarras, estas últimas presentan un mosqueado típico.

TECTONICA

Las rocas en este área, debido a la escasa rigidez de algunos de sus tramos, presentan una deformación patente y se pueden observar con cierta facilidad las tres fases de deformación por las que han sido afectadas.

La primera fase es la responsable de las estructuras mayores y localmente aparecen los siguientes aspectos destacables de la misma:

Pliegues (P₁)

Su escala es kilométrica; precisamente el yacimiento de Sierrecilla se encuentra situado en el flanco norte de un gran antiformal correspondiente a esta fase. Localmente es posible observar pliegues menores que reproducen las características de las estructuras mayores. Se trata de estructuras de tendencia isoclinal con plano axial N 90-100° E, buzando 70-80° N. Los ejes de estos pliegues pinchan 40-50° O.

Esquistosidad (S₁)

Se trata de un crucero de flujo con orientación paralela al plano axial de los pliegues mayores. El ángulo que esta estructura presenta con la estratificación raramente supera los 10°.

Fracturación

Se pueden atribuir a esta fase tres distintos sistemas de fracturas:

- 1.º Cabalgamientos paralelos a la estratificación sistemáticamente incluidos en un horizonte estratigráfico; en algunas partes se observan pliegues de arrastre asociados, acompañando una intensa deformación. Su dirección de deslizamiento es de sur a norte y el desplazamiento de escasa envergadura.
- 2.º Fallas en dirección de recorrido E-O y buzamiento muy próximo a la vertical. Actúan elevando y deprimiendo bloques y a veces han constituido caminos para la intrusión de diques andesíticos, que aparecen afectados posteriormente por la primera esquistosidad. La magnitud del desplazamiento que provocan es de unos 100 a 150 metros.
- 3.º Fallas de desgarre levóginas, de dirección N 20° E, con buzamiento subvertical. El desplazamiento que originan no suele pasar de los 8 ó 10 metros y atraviesan las fallas E-O, desplazándolas.

La segunda fase de deformación da origen a los siguientes rasgos estructurales:

Pliegues (P₂)

Estos pliegues son concéntricos y de amplio ra-

dio. La dirección de su plano axial es paralela a la de la primera esquistosidad, mientras que su buzamiento es algo mayor (85-90° N). El efecto de este sistema es provocar en los planos preexistentes una estructura en «cascada».

Esquistosidad (S₂)

Se trata de un crucero de fractura paralelo al plano axial de los pliegues de segunda generación. El pequeño ángulo que forma con la primera esquistosidad hace frecuentemente difícil su observación.

Fracturas

Unicamente se ha deducido la existencia de pequeñas fallas ligadas a esta fase, a partir de los sondeos mecánicos. Su incidencia es pequeña debido al escaso desplazamiento que provocan. El efecto más apreciable es la ruptura de las charnelas de los pliegues de la segunda generación.

La tercera fase de deformación se pone de manifiesto por las siguientes estructuras.

Pliegues (P₃)

Se trata de pliegues concéntricos y de gran radio que alabean las anteriores estructuras. Su plano axial presenta una dirección N 50-60° E, con un buzamiento subvertical. La intersección de estos pliegues con los de segunda fase genera una estructura suave en «caja de huevos».

Esquistosidad (S₃)

Aparece bien como un crucero de fractura o bien como «class-joint». Su dirección es de N 120-130° E buzando 60-70° N.

Fracturas

El sistema originado por esta fase corta lógicamente a todas las anteriores estructuras. Su dirección es de 120-130° E y buza 50-70° al norte, provocando únicamente desplazamientos de escasa importancia.

MINERALOGIA

En el estudio microscópico de 68 preparaciones pulidas realizadas sobre muestras de testigos de sondeos, seleccionadas estas muestras de forma que cubran la totalidad del criadero reconocido, se han identificado las especies no transparentes que se describen a continuación, por orden de abundancia. Además, se ha realizado también la estimación visual aproximada del contenido de cada especie en las preparaciones.

Esfalerita

Constituye la especie claramente predominante en la mayor parte de las preparaciones. Aparece entonces como una fase continua en la que se incluyen los demás minerales. Se trata de una esfalerita recristalizada, con textura en mosaico y exenta de deformación. Sus reflexiones internas oscilan de blancas a pardo-claras y no presenta la típica emulsión de calcopirita característica de la provincia. El contenido en hierro analizado por microsonda en una de las muestras es inferior al 0,5 por 100.



Figura 4.—Relaciones texturales entre pirita, esfalerita, cobre gris y galena.

Donde la galena es más abundante, la esfalerita se individualiza, adoptando el aspecto de granos redondeados, esféricos o elipsoidales. Frecuentemente, los contornos de estos granos son irregulares y careados, evidenciando un reemplazamiento.

dio. La dirección de su plano axial es paralela a la de la primera esquistosidad, mientras que su buzamiento es algo mayor (85-90° N). El efecto de este sistema es provocar en los planos preexistentes una estructura en «cascada».

Esquistosidad (S₂)

Se trata de un crucero de fractura paralelo al plano axial de los pliegues de segunda generación. El pequeño ángulo que forma con la primera esquistosidad hace frecuentemente difícil su observación.

Fracturas

Unicamente se ha deducido la existencia de pequeñas fallas ligadas a esta fase, a partir de los sondeos mecánicos. Su incidencia es pequeña debido al escaso desplazamiento que provocan. El efecto más apreciable es la ruptura de las charnelas de los pliegues de la segunda generación.

La tercera fase de deformación se pone de manifiesto por las siguientes estructuras.

Pliegues (P₃)

Se trata de pliegues concéntricos y de gran radio que alabean las anteriores estructuras. Su plano axial presenta una dirección N 50-60° E, con un buzamiento subvertical. La intersección de estos pliegues con los de segunda fase genera una estructura suave en «caja de huevos».

Esquistosidad (S₃)

Aparece bien como un crucero de fractura o bien como «class-joint». Su dirección es de N 120-130° E buzando 60-70° N.

Fracturas

El sistema originado por esta fase corta lógicamente a todas las anteriores estructuras. Su dirección es de 120-130° E y buza 50-70° al norte, provocando únicamente desplazamientos de escasa importancia.

MINERALOGIA

En el estudio microscópico de 68 preparaciones pulidas realizadas sobre muestras de testigos de sondeos, seleccionadas estas muestras de forma que cubran la totalidad del criadero reconocido, se han identificado las especies no transparentes que se describen a continuación, por orden de abundancia. Además, se ha realizado también la estimación visual aproximada del contenido de cada especie en las preparaciones.

Esfalerita

Constituye la especie claramente predominante en la mayor parte de las preparaciones. Aparece entonces como una fase continua en la que se incluyen los demás minerales. Se trata de una esfalerita recristalizada, con textura en mosaico y exenta de deformación. Sus reflexiones internas oscilan de blancas a pardo-claras y no presenta la típica emulsión de calcopirita característica de la provincia. El contenido en hierro analizado por microsonda en una de las muestras es inferior al 0,5 por 100.

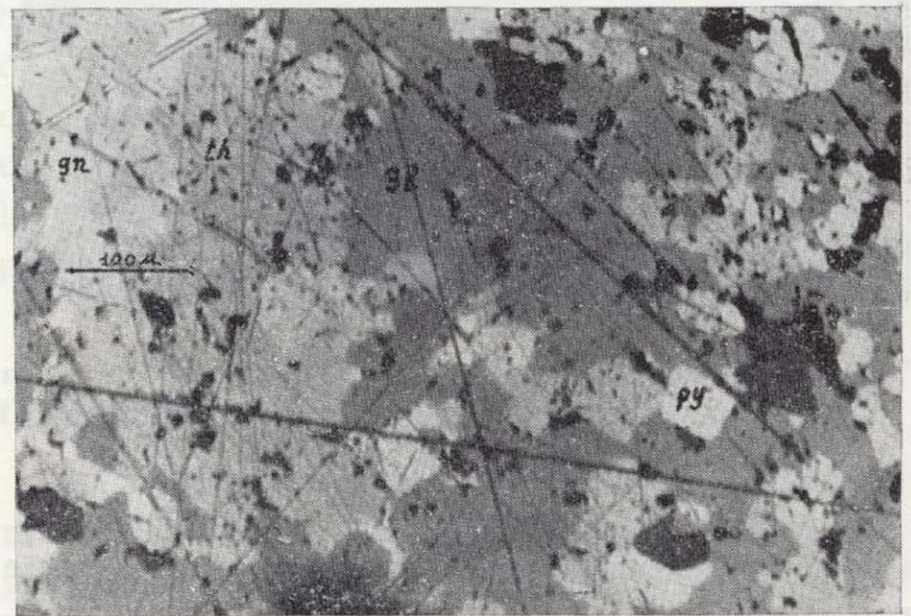


Figura 4.—Relaciones texturales entre pirita, esfalerita, cobre gris y galena.

Donde la galena es más abundante, la esfalerita se individualiza, adoptando el aspecto de granos redondeados, esféricos o elipsoidales. Frecuentemente, los contornos de estos granos son irregulares y careados, evidenciando un reemplazamiento.

to, si bien incipiente. A veces, en las zonas más afectadas por cataclasis, la esfalerita presenta microfisuras rellenas por galena, calcopirita o cobre gris.

En contacto con calcopirita y donde este último mineral es abundante, aparecen señales de reemplazamiento del mineral de cinc.

Galena

Este mineral es, junto con la esfalerita a la que acompaña, y comparativamente a otros yacimientos de la región, notablemente abundante en Sierrrecilla. Donde el sulfuro de cinc predomina, el mineral de plomo rellena huecos triangulares entre los granos de aquél. Cuando la galena es más abundante, constituye una fase continua en la que se empastan los granos redondeados de esfalerita.

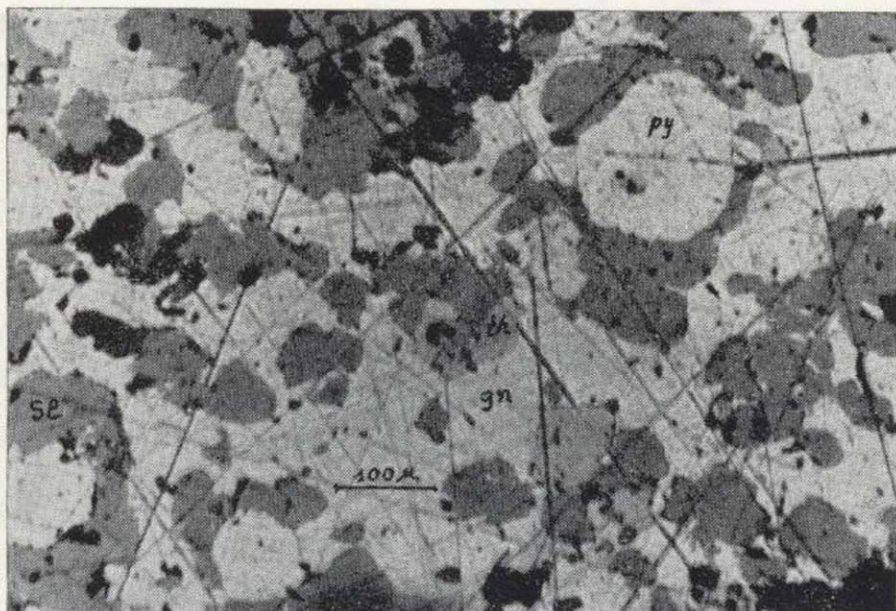


Figura 5.—Aspecto de una faja rica en galena con pirita xenomorfa junto con granos de cobre gris y esfalerita.

Los contactos galena-calcopirita son bastante irregulares, aunque existen evidencias de reemplazamiento del mineral de cobre por el de plomo. Este último sulfuro parece también sustituir incipientemente a esfalerita y cobre gris, en algunas ocasiones.

La removilización de la galena se pone de manifiesto por la presencia de finas láminas de este mineral relleno el contacto entre granos de pirita y esfalerita, así como por la existencia de fisuras y oquedades ocupadas por él en las zonas más fracturadas.

Cobre gris

Junto con esfalerita y galena, esta especie es notablemente abundante en el criadero estudiado, rivalizando e incluso superando a la calcopirita como principal portador de cobre. Se trata de una variedad de color gris verdoso que aparece relleno huecos en la matriz de esfalerita aunque en algunas zonas llega a constituir la especie predominante formando, en este caso, una fase continua en la que se empastan los demás sulfuros. No es raro observar en algunas muestras la disposición bandeada de esta sulfosal, junto con pirita y esfalerita-galena. Donde este último sulfuro predomina, el cobre gris se presenta como granos redondeados de límites careados (indicando reemplazamiento) incluidos en su seno.

La removilización de esta sulfosal ha debido ser muy escasa, pero no totalmente inexistente a juzgar por la presencia de microfisuras en cristales de pirita y granos de esfalerita, rellenas por ella.

Analizada una muestra por microsonda, arrojó una composición correspondiente a la variedad rica en antimonio (tetraedrita) con algo de cinc (6,69 por 100 en peso).

Calcopirita

Aunque este mineral no constituye el principal portador de cobre en el conjunto de las muestras estudiadas, en algunas de ellas, sin embargo, aparece claramente como la especie predominante. Puede en este caso presentarse bajo dos formas diferentes:

- Formando bandas, a veces de más de un centímetro de espesor, alternadas con aquellas en las que predominan otros sulfuros. En este caso, dentro de la zona enriquecida, constituye una fase interconectada en la que se empastan granos de otros sulfuros.
- Masiva, ocupando zonas irregulares que cortan el bandeo, en la que aparecen incluidos granos de otros minerales sulfurados, con evidentes señales de corrosión. Las señales de sustitución son más manifiestas cuanto más tectonizada se encuentra la muestra.

Donde la calcopirita aparece subordinada, constituye el relleno de huecos en esfalerita acompañando a galena por la que es incipientemente reem-

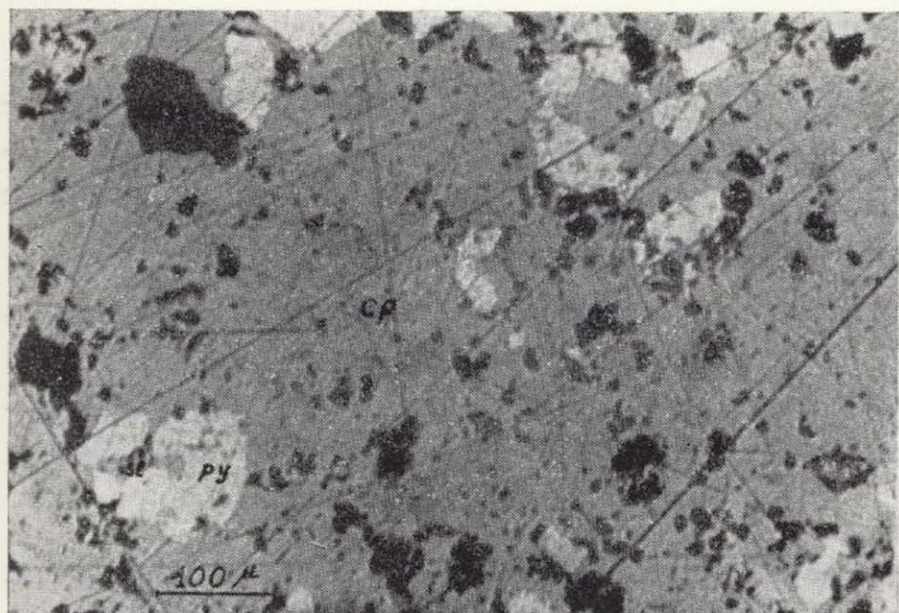


Figura 6.—Calcopirita masiva con granos corroidos de los otros sulfuros en su seno.

plazada. Cuando existen microfisuras en los granos de sulfuro de cinc, este mineral de cobre constituye uno de los rellenos.

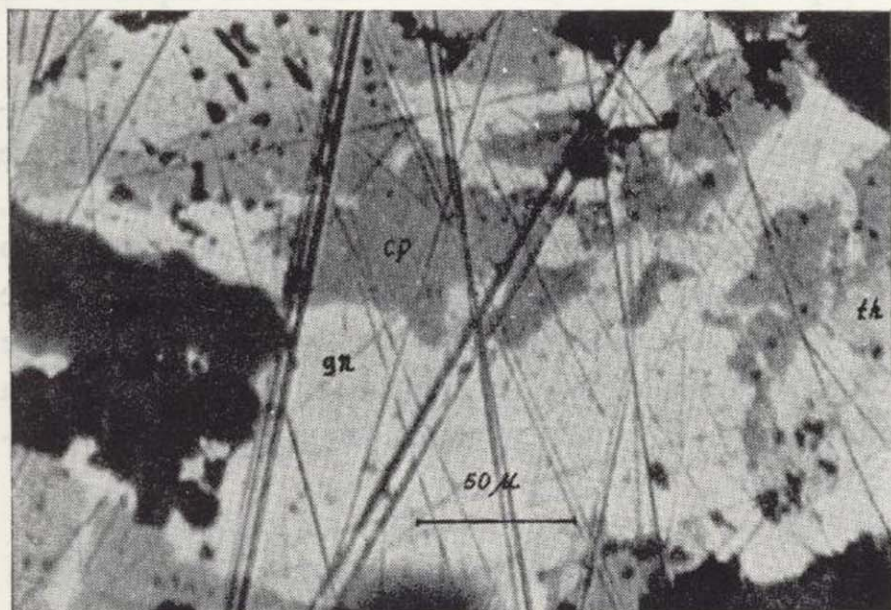


Figura 7.—Sustitución de calcopirita por galena.

Pirita

Al contrario de lo que ocurre en la gran mayoría de los yacimientos de la Faja Pirítica, en el de Sierrecilla, este sulfuro constituye una especie subordinada. Suele presentarse en forma de una diseminación de granos redondeados o elipsoidales (o más raramente, en zonas más recrystalizadas, como cristales idiomorfos) empastados en la matriz de esfalerita. A veces la diseminación consti-

tuye bandas donde la densidad de grano es mayor, sin que estos lleguen a soldarse formando una fase continua; otras, los granos se agrupan en zonas elipsoidales de unos 2 ó 3 milímetros, de tal densidad, que unos entran en contacto con otros. Los cristales de pirita aparecen normalmente con frecuentes inclusiones de los demás sulfuros. La recrystalización de la pirita es más intensa en las zonas más tectonizadas y fracturadas.

Colusita

Se presenta esta sulfosal en forma de diminutas inclusiones en esfalerita de color gris-amarillento y con una reflectividad algo menor que la de la tetraedrita. Aparentemente parece isótropo, aunque por su tamaño diminuto es difícil asegurarlo.

El análisis por microsonda arrojó una composición porcentual atómica de 51.39 de S, 37.15 de Cu, 4.94 de As, 2.69 de V, 2.97 de Ge, y 0.86 de Sn.

Sulfuros secundarios

Calcosina y covellina aparecen, si bien muy raramente, sustituyendo a calcopirita a partir de bordes. También es posible encontrar alguna inclusión diminuta de bornita dentro de los granos de pirita, siendo difícil asegurar si se trata de un mineral secundario. Asimismo se ha observado la presencia de escasísima marcasita asociada a pirita.

Componentes de la ganga

Las escasas láminas transparentes estudiadas muestran que la mineralización se acompaña de ganga cuarzoza, ganga carbonatada (calcita y dolomita) y baritina.

TEXTURA Y TIPOS DE MENA

El yacimiento en conjunto se caracteriza por la abundancia de tipos muy ricos en esfalerita-galena, así como por la notable presencia de cobre gris y la escasez de pirita. Para su descripción y teniendo en cuenta la estrecha asociación entre los

sulfuros de plomo y cinc, se pueden considerar tres tipos de mena:

Menas ricas en esfalerita-galena

Este tipo de mineralización puede presentarse bandeada o masiva. El bandeo se hace más manifiesto a medida que la textura va siendo más fina. La esfalerita suele constituir una fase interconectada que ocupa más del 50 por 100 de la preparación. En su seno se encuentran dispersos granos de pirita normalmente alotriomorfa, aunque en las zonas más tectonizadas el sulfuro de hierro ha recristalizado, apareciendo en forma de cubos. Localmente la densidad de los granos de pirita aumenta hasta que unos casi entran en contacto con otros; macroscópicamente este aumento de densidad se observa como pirita bandeada o como cuerpos lenticulares de uno o dos milímetros de diámetro.

La galena va asociada con la esfalerita y le sigue en importancia. Aparece cuando es menos abundante, como relleno de oquedades triangulares en la matriz del mineral de cinc. Estas oquedades no son sino espacios entre los granos redondeados y soldados de esfalerita, por consiguiente los límites curvos entre ambos minerales presentan indefectiblemente las convexidades hacia el sulfuro de plomo. Cuando la galena es más abundante, los granos de esfalerita (y también los de cobre gris) se individualizan en su seno, presentando bordes irregulares, señal de sustitución incipiente. Donde existe cataclasis, el mineral de plomo tiende a rellenar microfisuras en los otros dos sulfuros citados.

El cobre gris constituye el tercer componente en cuanto a abundancia se refiere. Aparece como granos y zonas irregulares dentro de la masa de esfalerita, llegando en algún caso a formar una fase interconectada empastando los demás minerales. En las zonas ricas en galena, se individualiza en granos redondeados de límites careados en el seno del mineral de plomo. A veces, si bien raramente, rellena microfisuras en esfalerita; otras su distribución marca un bandeo.

La calcopirita, escasa en este tipo de mineral, se presenta normalmente dispersa en forma de granos de contornos irregulares en la masa de esfalerita. En contacto con galena, se aprecia el reemplazamiento del mineral de cobre por el de plomo.

Menas ricas en calcopirita

Estos tipos son escasos, aunque no están completamente ausentes. En realidad se trata de menas ricas en calcopirita, esfalerita, galena y cobre gris. Se pueden distinguir dos subtipos:

- 1.º Menas con calcopirita bandeada sin señales de sustitución de los demás sulfuros por el de cobre. Dentro de las bandas, la calcopirita forma una fase continua que empasta los demás sulfuros.
- 2.º Menas con calcopirita masiva. En donde son frecuentes las señales de reemplazamiento, estando la masa de calcopirita plagada de relictos y esqueletos de los demás sulfuros. La masa de calcopirita corta el bandeo.

Menas ricas en pirita

Al contrario de lo que ocurre en la mayor parte de los yacimientos de la región, en el de Sierrecilla no existen realmente tipos masivos ricos en pirita; así que las zonas en las que este sulfuro predomina sobre los demás son aquellas en las que la ganga es abundante.

El sulfuro suele aparecer como una diseminación en los transparentes que normalmente se dispone en bandas. Donde la densidad es mayor, los granos de pirita aparecen casi en contacto unos con otros, sin llegar a constituir una fase continua. La esfalerita, si bien subordinada, suele encontrarse siempre presente y aún con cierta abundancia. Frecuentemente la pirita aparece recristalizada.

Tipos ricos en ganga

Estos tipos son escasos y corresponden a las zonas de tránsito a la roca de caja sin mineralización. Normalmente las muestras se presentan tectonizadas y están formadas por una matriz de ganga con relleno de esfalerita y otros sulfuros (en menor proporción) dentro de intersticios y oquedades. La pirita suele aparecer diseminada y recristalizada. En algunas muestras se observan texturas que indican una fuerte deformación donde los sulfuros han sido milonitizados, con aparición de «ojos» de esfalerita, rodeados de una fina dispersión de pirita y contorneados por el crucero de la roca. La galena llega a presentarse laminada.

Sucesión

El estudio de la sucesión refleja, en este tipo de yacimientos, más que el orden de generación de los distintos minerales, la secuencia de procesos desarrollados una vez que se depositaron. Los fenómenos más indicativos de la sucesión en el caso tratado, son el reemplazamiento y el relleno de microfisuras. Las características más destacables de las especies fundamentales en este orden son:

La esfalerita suele mostrar señales de reemplazamiento incipiente por galena, y más intenso por calcopirita. Existen en el mineral de cinc microfisuras con relleno de galena, y más raramente cobre gris o calcopirita.

La galena reemplaza incipientemente a esfalerita, calcopirita, cobre gris y pirita; rellena microfisuras en esfalerita, pirita y cobre gris, y oquedades en esfalerita, cobre gris y calcopirita.

El cobre gris es incipientemente reemplazado por galena y a veces parece sustituir a pirita en la que, si bien raramente, rellena microfisuras.

La calcopirita reemplaza a esfalerita, pirita y galena. A su vez, es reemplazada en algunos casos por esta última.

DISPOSICION ESPACIAL DE LOS DIFERENTES MINERALES Y ASOCIACION ENTRE ELLOS

Como es común en los yacimientos de la «Faja Pirítica» no existe en el de Sierrecilla una disposición particular de los distintos tipos de mineral. Por el contrario, al nivel del estudio realizado, la distribución de pirita, esfalerita, galena y cobre gris parece bastante homogénea en toda la extensión del criadero. Este conjunto de sulfuros, se presentan masivos en el núcleo de las zonas mineralizadas, mientras que hacia la periferia, la ganga va haciéndose progresivamente más abundante.

La calcopirita, en cambio, sigue una distribución independiente, concentrándose en ciertas zonas, seguramente a favor de una removilización posterior a su deposición primaria, y manifestando una tendencia a aumentar con la profundidad.

Para investigar las relaciones entre los minerales, se ha realizado el análisis de la presencia simultánea de cada dos especies fundamentales en una misma preparación mediante el estadístico χ^2 . El resultado de este estudio confirmó la independencia del sulfuro de cobre, mientras que parece existir una asociación bien manifiesta entre esfalerita y galena. El cobre gris también se presenta relacionado con estos sulfuros, si bien más débilmente. Estos datos parecen apuntar una génesis común para los minerales de plomo y cinc y la sulfosal de cobre. La disposición actual de la calcopirita, en cambio, no parece consecuencia del mismo fenómeno que dio origen a los sulfuros bandeados.

IMPLICACIONES GENÉTICAS Y MINERALÚRGICAS

En este yacimiento la recristalización posterior a la deposición de los sulfuros ha borrado, a escala microscópica, totalmente las texturas primarias a excepción del bandeo. La intensidad de este fenómeno parece ser una consecuencia de la escasez de pirita (el sulfuro, menos expuesto a este tipo de transformaciones en las condiciones que se han dado en los yacimientos de la región). Por consiguiente, las relaciones texturales entre los minerales del criadero muestran mayormente su historia una vez depositados. Estas relaciones presentan la siguiente sucesión:

pirita-esfalerita-cobre gris-calcopirita-galena

Las características geológicas macro y mesoscópicas por otro lado, revelan claramente un origen sedimentario o vulcano-sedimentario para los sulfuros, análogo al propuesto para otros yacimientos de la Faja Pirítica. En este caso, la sucesión más arriba señalada, no es sino el resultado de la secuencia de recristalizaciones y removilizaciones acontecidas tras la deposición original.

El bajo contenido en hierro de la esfalerita, junto con la ausencia de minerales de bismuto, alto contenido en antimonio del cobre gris, disposición bandeada de la mena, riqueza en plomo-cinc, y ganga con barita, configuran un paisaje correspondiente a un yacimiento de los clasificados en bibliografía como «distales» con respecto a un

hipotético centro de emisión (por ej., ver SOLOMON y WALSHE, 1979; SOLER, 1980).

Las frecuentes señales de reemplazamiento por calcopirita de los demás sulfuros, junto con la disposición masiva atravesando el bandeado que a menudo presenta este mineral, hacen sospechar bien una gran removilización, bien una génesis posterior. Ello contrasta con la disposición de la galena, que mostrándose bajo la observancia microscópica como posterior al sulfuro de cobre al menos en su ubicación definitiva, sin embargo, su permanencia en bandas a escala mesoscópica, ligada a la esfalerita, parece indicar una removilización únicamente muy local.

Otra conclusión a señalar es la no existencia de una zonalidad mineralógica destacada dentro de los límites del desmuestre realizado. El estudio químico sobre un mayor número de muestras sería sin embargo más concluyente a este respecto.

Desde el punto de vista mineralógico, la mena presenta unas características favorables en comparación con las de la mayoría de los yacimientos de la Faja Pirítica para la recuperación del plomo y el cinc. Aunque la textura varía de muestra a muestra, pasando de gruesa a fina, en general su granulometría es bastante más grosera que la de otros criaderos, y a ello se agrega la pobreza en pirita en relación con los demás sulfuros. A la hora de beneficiar el cobre es preciso tener en consideración, que una gran parte de él se encuentra como tetraedrita y no únicamente como calcopirita, como es usual en la zona.

Aunque el único análisis por microsonda realizado sobre el cobre gris, no reveló la presencia de plata, hay que considerar a esa especie como portadora del preciado metal, ya que su composición suele variar de unas muestras a otras y no se ha encontrado ningún otro mineral que pudiera ser responsable de las leyes del criadero.

AGRADECIMIENTOS Y COLABORACIONES

Los estudios microscópicos del yacimiento, constituyen parte de los resultados del proyecto denominado «Estudio mineralógico-textural de los sulfuros complejos del Suroeste de la Península» realizado mediante convenio entre el Instituto Geológico y Minero de España y la Univ. Politécnica

de Madrid. La geología local del yacimiento se debe a R. Chamorro, geólogo de la Phelps Dodge Española Co. y Cía. y cofirmante de este artículo.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, C. A.: *Massive sulfide deposits and volcanism*. Economic Geology, v. 64, pp. 129-146 (1969).
- FEBREL, T.: *Estructura de la masa de pirita de la mina de Herrerías. Puebla de Guzmán (Huelva)*. Bol. IGME, t. 83, I, pp. 81-87 (1972).
- FLORIDO, P., y OLIVEIRA, T.: *Libro guía de la excursión del X Congreso Internacional del Carbonífero* (1983).
- GARCÍA PALOMERO, F.: *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del «Anticlinal de Río Tinto»*. Inst. Est. Onuenses, Huelva, 262 pp. (1980).
- KINKEL, A. R.: *Observations on the pyrite deposits of the Huelva district, Spain, and their relation to volcanism*. Econ. Geol., v. 57, núm. 7, pp. 1071-1080 (1962).
- LECA, X., et alt.: *Cadre géologique del minéralisations de Neves Corvo, Baixo Alentejo, Portugal*. Mem. BRGM., R. 121 (1983).
- PINEDO VARA, I.: *Piritas de Huelva. Su historia, minería y aprovechamiento*. Ed Summa, Madrid, 1003 pp (1963).
- RAMBAUD PÉREZ, F.: *El sinclinal carbonífero de Río Tinto y sus mineralizaciones asociadas*. Mem. IGME, t. LXXI (1969).
- ROUTHIER, M. P., y AVE, F., et alt.: *La ceinture sud-ibérique a amas sulfurés dans sa partie espagnole médiane*. Mem. BRGM, núm. 94, 265 pp. (1980).
- SCHERMERHORN, L. J. G.: *The Aljustrel volcanics: megacryst tuff and green tuff (Aljustrel and Gaviao pyrite deposits, South Portugal)*. Mem. Not. Pub. Mus. Lab. Mineral. Geol., Universidad Coimbra, núm. 82 (1976).
- SOLER, E.: *Spilites et métagallénie. La province pyrítico-cuprifera de Huelva (SW Espagne)*. Sciences de la Terre, vol. 39, pp. 1-461, Université Nancy, France (1980).
- SOLOMON, M., and WALSHE, J. L.: *The formation of massive sulfide deposits on the sea floor*. Econ. Geol., vol. 74, pp. 797-813 (1979).
- STRAUSS, G. K.: *Sobre la geología de la provincia piritífera del suroeste de la Península Ibérica y de sus yacimientos, en especial sobre la mina de pirita de Lousal (Portugal)*. Mem. IGME, vol. 77, 226 pp (1970).
- STRAUSS, G. K.; MADEL, J., and FERNÁNDEZ ALONSO, F.: *Exploration practice for strata-bound volcanogenic sulphide deposits in the Spanish-Portuguese pyrite belt: Geology, geophysics, and geochemistry. Time and strata-bound ore deposits*. Klemm, D. D., and Schneider, H. J., Eds. (1977).
- STRAUSS, G. K.; ROGER, G.; LECOLLE, M., and LOPERA, E.: *Geochemical and geologic study of the volcano-sedimentary sulfide orebody of La Zarza, Huelva Province, Spain*. Econ. Geol., vol. 76, núm. 7 (1981).
- VÁZQUEZ GUZMÁN, F.: *Metalogenia de la mina Concepción (Almonaster la Real, Huelva, España). Su aplicación a la prospección de sulfuros masivos en el SO de la Península Ibérica*. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, t. 60, Lisboa (1976).

Recibido: Mayo de 1986

INFORMACION

Mineros destacados del Siglo XIX Ramón Pellico Pan y Agua (1809-1876)

por J. M. LOPEZ DE AZCONA

1. ANTECEDENTES FAMILIARES

El matrimonio formado por Joseph Pellico y Martínez, hijo de Felipe y Josepha, los tres vecinos de la Parroquia de Santa Eulalia de Onís, y Francisca Pan y Agua y Vergaño, hija de Francisco Antonio y Juliana, los tres de Cangas de Onís, tuvieron entre sus varios hijos a Ramón, nacido en el lugar de Benia (19 de noviembre de 1809) y bautizado el mismo día del nacimiento, en la Parroquia de Santa Eulalia. Fueron sus padrinos su tío, Ramón Pellico, por lo que le impusieron este nombre, y Josepha de la Torre, ambos de la entidad colectiva Onís.

Entre los varios hijos de este matrimonio figura Antonio, ingeniero de minas, de la promoción de la Real Escuela de 1829, con el número 108, fallecido en 1848.

Estamos ante un caso frecuente de aquella época, el cambio de los apellidos. Ambos hermanos utilizan como segundo apellido Paniagua, en todos sus documentos relacionados con la actividad minera, mientras que su madre Francisca y su abuelo Francisco siempre lo escribieron Pan y Agua, como lo acreditan los libros parroquiales de Santa Eulalia. Lo mismo ocurrió con el doctor en Medicina Alfonso, en toda su documentación como profesor y como médico lo escribe Paniagua.

2. ESTUDIOS

Inicia sus primeros estudios en Onís, y cursa la primera y segunda enseñanza en Oviedo, eligiendo la carrera de arquitectura, habiendo estudiado preferentemente lógica, metafísica, filosofía moral, economía política, taquigrafía, química aplicada a las artes, mineralogía, dibujo natural y geométrico.

En Madrid, durante los estudios de arquitectura, así como sus compañeros José Antonio Fernández Sierra, Pedro Campo Redondo, Narciso Pascual Colomer, que fue director de la Escuela de Arquitectura, Carlos del Bosch y Romaña, decidieron matricularse en las enseñanzas establecidas por Fausto de Elhuyar y Súbice (1755-1833), en la Dirección General de Minas, por la importancia y prestigio alcanzados por éstas, y por el porvenir presentado por la industria mineralógica, opinión compartida por otros compañeros de estudios, que después fueron ingenieros de primera fila, como Felipe Bauza y Rábada (1802-1875), Casiano del Prado y Valle (1797-1866), Felipe Naranjo y de la Garza (1809-1877), Fernando Cutoli y Lagonera (1808-1877), Francisco de Luxán y Miguel Romero (1799-1867). Todos ellos amigos, siguieron (1828) con gran entusiasmo y aprovechamiento las enseñanzas de José Duro Garcés (1796-1855) y fueron, los que lo solicitaron, alumnos pensionados de la Escuela de Almadén, siendo la R. O. de nombramiento correspondiente a Pellico de 29 de septiembre de 1829, figurando con el número 66 de la relación general de ingenieros de minas. Las prácticas reglamentarias las realizó en las minas de Linares y Riotinto, pasando destinado (junio de 1834) a Almadén, a las órdenes del Director de aquel establecimiento.

3. FUNCION ADMINISTRATIVA E INSPECTORA

Cuando Pellico pasó a las órdenes (junio de 1834) del director del establecimiento de Almadén, era miliciano nacional, y tuvo que sufrir las consecuencias de la invasión del cabecilla carlista «Gómez», salvándose, en el interior de uno de los pozos, donde permaneció durante tres días, manteniéndose con el agua de infiltración y restos

de comida encontrados en la mina, saliendo al exterior cuando le avisaron de la evacuación de los carlistas.

Ascendido a ingeniero segundo, equivalente a jefe de segunda clase (1840), lo nombran inspector del distrito minero de Aguilas, con jurisdicción sobre dos provincias, Murcia y parte de Almería. Por R. O. (30 de marzo de 1844) es trasladado al distrito minero de Valencia, y también por R. O. (29 de abril de 1844) es comisionado para el estudio y reconocimiento del criadero de cinabrio, existente en el Prado de San Martín, del término municipal de Usagre, en la provincia de Badajoz.

Para evitar quedarse sin terminar la memoria geognóstica y los planos mineros que tenía comenzados de la Comarca de Lorca, se le destino por R. O. (junio de 1840) como inspector del distrito minero de Lorca.

Asciende (1853) a Ingeniero Inspector de Distrito, con la categoría de vocal de la Junta Superior Facultativa de Minería, desempeñando la vocalía sin abandonar la cátedra hasta el año 1856.

Entre las Comisiones a las que perteneció como vocal figura la «Comisión Permanente de Pesas y Medidas», creada por el General Ibáñez de Ibero, y como consejero del Banco de España.

Sus achaques le impidieron continuar prestando los servicios oficiales, propios de los puestos que había alcanzado, solicitando (diciembre de 1862) la jubilación voluntaria, la que se le concede a los cincuenta y tres años, con los honores de Inspector General de Primera Clase.

4. ACTIVIDAD DOCENTE

Durante su estancia en Almadén aprovechó todas las ocasiones para ayudar a los alumnos de aquel centro, practicando sus preferencias como profesor oficial de laboreo de minas (1837). Conocidas sus aficiones y dotes, fue designado (R. O. de 17 de junio de 1844) profesor de laboreo de minas y mecánica de la Escuela de Madrid, según propuesta de Rafael Cabanillas y Malo (1778-1853). Por razones presupuestarias, se propone a la superioridad (22 de octubre de 1845) un reajuste de cátedras, asignando a Pellico (R. O. de 9 de noviembre de 1845) el desempeño del grupo de cátedras de laboreo de minas, geometría subterránea, mecánica aplicada a la minería, principios generales de construcción y topografía. Consideraba Pellico, de entre este grupo de asignaturas, la más importante la de laboreo de minas. Joaquín Ezquerro del Bayo (1793-1859), que había sido designado para esta cátedra (R. O. de 3 de mayo de 1835), es el autor de la obra «Elementos de laboreo de minas», publicada en 1839. En sus enseñanzas, recomendaba Pellico a los alumnos esta obra, pero las explicaciones las orientaba por la obra recién publicada «Traité de l'exploitation des mines», en tres tomos (París, 1844-1845), de la que era autor su amigo Charles Pierre Mathieu Combes (Cahors, 1801-París, 1872), ingeniero de minas, profesor de la materia en la correspondiente escuela, de la que fue Director, Académico de Ciencias y Presidente del Consejo General de Minas. La geología aplicada a la explotación de minas, la explicaba por el Burat. La asignatura de construcción se seguía

inicialmente, de acuerdo con el R. D. (20 de enero de 1836), con los alumnos de cuarto curso, en la Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales, pero dada su importancia para la minería, se dispuso (R. D. de 9 de noviembre de 1845) la individualización de esta cátedra y su inclusión en el segundo curso, figurando Pellico como su primer profesor.

Por R. O. (18 de octubre de 1849) cesa en la enseñanza de la geología y del laboreo de minas, encargándose a Policarpo Cía.

La última sesión del claustro de la escuela, presidida por Cavanilles, fue la del 28 de agosto de 1853, quedando sin firmar el acta. Actuó Pellico desde esta fecha como director interino, siendo designado por la Reina en propiedad (R. O. de 6 de noviembre de 1860). La Escuela, por iniciativa de Pellico, se trasladó desde la calle del Florín, número 2, a la plaza del Conde de Barajas, 8, pero sigue siendo insuficiente el local, y logran (O. de 16 de octubre de 1862) se nombre una comisión con un representante de cada una de las escuelas de ingenieros de minas y de caminos y otro de la de ayudantes de O. P., para preparar un anteproyecto de edificio con destino a las tres escuelas. Adquirido el solar en el ensanche de Madrid, se encargó el proyecto definitivo al académico de Bellas Artes Antonio Ruiz de Salces. Terminado éste, se archivó por falta de créditos.

La última junta del claustro, presidida por Pellico, por causa de sus achaques, fue la del 7 de octubre de 1862. Su cese como profesor fue sentida por sus compañeros de profesorado, en quien reconocieron siempre un claro talento y una sólida instrucción. En la cátedra de laboreo, renunciada por sus muchas ocupaciones, fue sustituido por el ingeniero Policarpo Cía y Francés (1817-1867) (R. O. de 18 de octubre de 1849), al igual que en su día lo fue en la escuela de Almadén, al dejarla vacante (1840) por su traslado al Distrito Minero de Aguilas.

5. LABOR GEOLOGICO-MINERA

A los intentos de realizar estudios geológicos de zonas amplias, fue Pellico uno de los primeros en responder a estos programas, y designado por R. O. (28 de marzo de 1840), en unión de Amalio Maestre e Ibáñez (1812-1872), para ultimar el mapa geognóstico de Almería, a escala 1/400.000, publicada la parte oriental en 1841.

Preparado un plan nacional de estudio de las principales cuencas carboníferas, le encomiendan a Pellico (R. O. de 27 de marzo de 1854) el estudio de las de Espiel y Bélmez, en la provincia de Córdoba, con el siguiente programa: Reconocimiento sucesivo de las diferentes formaciones de carbón, la extensión de las diversas formaciones geológicas, y con gran detalle, las de los depósitos combustibles. Las memorias tenían que abarcar las descripciones físicas y geológicas generales y la particular de cada criadero. Las campañas, acompañado por el ingeniero Andrés Pérez Moreno, se iniciaron el viernes (26 de abril de 1854), importando los trabajos de campo 14.755 Rs.

Creada la comisión luso-española para el estudio técnico

del trazado del ferrocarril, que había de enlazar ambos países hermanos, se designa (R. O. de 23 de octubre de 1854) como geólogos españoles a dos miembros de la Comisión del Mapa Geológico, el inspector Pellico y el ingeniero primero José de Aldana y Ugartevidea (1823-1863), con la misión concreta del estudio geológico de la frontera y fijación del punto más apto para su paso y el mejor trazado de las líneas españolas y portuguesas del nuevo camino que debía enlazar a entrambos reinos. Estipularon que el cruce debía hacerse por Tierras de Melo, saliendo de Badajoz a la Cuenca del Caya.

Con el fin de fomentar las aplicaciones industriales de la geología fue creada (R. D. de 15 de febrero de 1865) la «Comisión de aplicaciones útiles de la Geología», designando vocal de la misma (R. O. de 23 de febrero de 1865) a Pellico.

Efectuó muchos trabajos geológicos y mineros oficiales y a particulares, varios de los cuales fueron tema de sus publicaciones, relacionadas en el capítulo correspondiente.

A los ingenieros Pellico y Aldama se les había encargado, el mes anterior (R. O. de 6 de septiembre de 1854), otra importante misión relacionada con Portugal, el pase a dicho reino para «reconocer y describir los trozos principales de la constitución de aquel suelo; y con especialidad de las cuencas del Guadiana, Tajo, Duero y Miño, como también la importancia de la industria minera de dicho reino, y sobre el estado y porvenir que ofrecen las explotaciones de carbón y las salinas».

6. DISTINCIONES Y FALLECIMIENTO

Entre las muchas distinciones concedidas a Pellico, figura la de Caballero de la Orden del Cristo, de Portugal, por sus trabajos geológicos y mineros, principalmente en su participación en el enlace ferroviario de los dos países de la Península Ibérica. Por su continua y valiosa actividad profesional, fue recompensado con la Encomienda de la Orden Americana de Isabel la Católica.

De todas las distinciones, la que más le agradó fue la designación de miembro de número de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, a la que habían pertenecido varios de sus maestros. El notable médico Mariano Lorente (Aranjuez, 1799-Madrid, 1861) fue uno de los asiduos concurrentes a las reuniones promovidas por Elhuyar en su despacho de la calle del Florín, para promocionar la Academia de Ciencias Naturales, de la que fue Lorente su secretario (1836). Con la transformación de ésta en Real Academia de Ciencias Naturales, Físicas y Matemáticas, fue nombrado (R. D. de 4 de marzo de 1847) fundador de ésta, y su primer secretario, adjudicándole la medalla número 7. Su óbito ocurrió el 16 de marzo de 1861.

Vacante la medalla número 7, inmediatamente pensaron en la designación de Pellico para ocupar esta plaza de la sección de Naturales. Celebrada la votación, le fue adjudicada por unanimidad (4 de mayo de 1861), contestando (7 de mayo de 1861) el designado dando las gracias.

Preparó con interés el discurso de ingreso, titulado «Importancia y aplicación de los estudios geológicos», celebrándose la toma de posesión solemne (18 de mayo de 1862) al año siguiente, contestándole en nombre de la Corporación Rafael de Amar de la Torre (1802-1874). En la medalla número 7 fue sustituido por Manuel Fernández de Castro (1825-1895), quien en su toma de posesión (2 de junio de 1878), después de destacar el valer de Pellico, dijo: «No podéis olvidar que en la Escuela Especial de Minas se enseña, hace más de cuarenta años, la Mineralogía y la Geología, y allí fue donde por primera vez, en España, se fundó, en 1845, una cátedra de Paleontología, reclamada con insistencia desde 1839.»

Pedida su jubilación voluntaria, como indicamos anteriormente, cesó prácticamente en sus actividades científicas, observándose una continua decadencia, finalizando con su fallecimiento en Madrid (25 de abril de 1876).

Diós guarde a V. S. m. años
Madrid 7 de Mayo de 1863
Ramon Pellico

7. TRABAJOS PUBLICADOS

Activo publicista, mereció ser calificado (31 de diciembre de 1873) por Fernández de Castro como «El ingeniero que más contribuyó con sus noticias geológicas a enriquecer las páginas del *Boletín Oficial de Minas*».

Promovió con Naranjo la creación (1840) de un periódico titulado «Guía del Minero», al que le asignaron una información científica, industrial y mercantil, con cuatro números mensuales, los días 1, 8, 16 y 24, transformado (1850) en «Revista Minera». Dedicaban la última hoja de cada número al «Diccionario de las voces más usadas en minería». Entre los trabajos de la guía existen muchas notas interesantes sobre mineralogía, minería y metalurgia de España, todas como anónimas.

Inicia la publicación de sus trabajos firmados en los *Anales de Minas*, el año 1841.

«Apuntes geognósticos sobre la parte oriental de la provincia de Almería», en colaboración con Amalio Maestre. *Ana. de Minas*, t. 2.º, p. 116, 1841.

«Minas de Sierra Almagrera». *Bol. Of. de Minas*, p. 7, 1844.

«Resumen de los principales ensayos hechos en el laboratorio de la inspección de Lorca». *Bol. Of. de Minas*, pp. 9, 24, 36, 1844.

«Canteras de mármol de Macael». *Bol. Of. de Minas*, p. 33, 1844.

«Minas de cinabrio de Usagre en Extremadura». *Bol. Of. de Minas*, p. 63, 1844.

«Minas de plomo en término de la ciudad de Cáceres, en Extremadura». *Bol. Of. de Minas*, p. 77, 1844. Este informe fue presentado a la Dirección General de Minas (junio de 1836).

«Salinas de Roquetas». *Bol. Of. de Minas*, p. 119, 1844.

«Proyecto de hornos para el beneficio de los minerales de azogue». *Ana. de Minas*, t. 3.º, p. 163, 1845.

«Mina antigua de la Sima, en Sierra Almagrera». *Bol. Of. de Minas*, p. 259, 1845.

«Minas de zinc de San Juan de Alcaraz, en la provincia de Albacete». *Bol. Of. de Minas*, p. 323, 1845.

«Minas de azufre de Conil». *Bol. Of. de Minas*, p. 453, 1845.

Memoria sobre las minas de plata de Hiendelaencina, en la provincia de Guadalajara. Madrid, marzo, 1846, 16 pp. Tiene un corte geognóstico desde Guadalajara a Alpedroches y los planos y perfiles de las minas Santa Cecilia, Suerte y Fortuna.

Descripción de la mina de carbón de piedra de la provincia de Córdoba. Fue escrita en 1836. Publicada por la «Compañía de la Unión Ferro-Carbón». Madrid, 1847.

«Mina de plata de Cazalla». *Rev. Minera*, t. 1.º, p. 24, 1850.

«Minas de azogue de Bujalaro». *Rev. Minera*, t. 1.º, p. 26, 1850.

«Extracto de una Memoria geológica sobre el distrito minero de Sierra Almagrera y Murcia». *Rev. Minera*, t. 3.º, pp. 7, 97, 419, 737, 1852.

«Minas de carbón de Castilla la Vieja». *Rev. Minera*, t. 3.º, p. 705, 1852.

«Salinas de las inmediaciones de Cádiz». *Rev. Minera*, t. 4.º, p. 353, 1853.

«Descripción de las minas de carbón de piedra de la provincia de Córdoba». Escrita en junio de 1846. Publicada por la *Constancia Madrileña*, Madrid, 1853.

«Minas de carbón de la provincia de Palencia». *Bol. Of. Minis. de Com. Inst. y O. P.*, t. 9.º, p. 280.

«Memoria acerca del distrito minero de Oviedo». *Bol. Of. del Min. de Fomento*, t. 37.º, pp. 557 a 569, 1861.

Importancia y aplicación de los estudios geológicos. Discurso de ingreso en la R. Acad. de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, 36 pp., 1862.

«El ferrocarril de Asturias y el Puerto de Gijón». *Rev. Minera*, t. XIII, p. 219, 1862.

Resumen de las lecciones de cristalografía. Madrid, 1877. Obra póstuma.

Fue un activo escritor, castizo y correcto, y poseía el don de expresar con claridad, exactitud y pocas palabras todo su pensamiento.

21 de Noviembre de 1893.
 Excmo. Sr.
 Ramón Pellico

8. RAMON (1843-1903) y ANDRES (1844-1903) PELLICO Y DE MOLINILLO

Un hermano de Ramón, nacido también en Cangas de Onís, estudió medicina y se doctoró en Madrid, de nombre Alfonso, fue profesor de Medicina y Cirugía en Madrid, donde casó con María de Molinillo y Rodríguez, natural de Madrid, como sus padres, Andrés y María Josefa, los cuales, entre otros, tuvieron como hijos a Ramón José María Luis, nacido en la parroquia de San Martín (31 de agosto de 1843) y bautizado el 3 de septiembre, e Ildefonso, Andrés, José María, Lope, de la misma feligresía (25 de septiembre de 1844), bautizado el 29 de septiembre.

Criados en el ambiente familiar, cursan sus estudios en el Instituto del Noviciado, cercano a su domicilio, Costanilla de los Angeles, 5. Cursaron en el Instituto, y aprobaron las disciplinas de: religión y moral, francés, historia natural, psicología, lógica y ética, física y química. El dibujo lineal y topográfico lo practicaron con el auxiliar facultativo del cuerpo de minas, Gaspar Torrente y Molada. En la academia preparatoria del Ingeniero de minas Juan Pablo de Lasala (1825-1891), con la colaboración del también ingeniero de minas Anselmo Sánchez Tirado y Gómez (18...-1883), ubicada en la calle de Trajineros, 22, ampliaron los conocimientos de aritmética, álgebra elemental y superior, geometría elemental, trigonometría rectilínea y esférica, geometría analítica de dos dimensiones.

Terminadas las carreras, siguieron orientaciones diferentes. El mayor, perteneciente a la promoción de 1858 con el número 42, finalizados los estudios, el contacto con su tío Ramón le desarrolló las aficiones a la geología y minería, ingresa en el Cuerpo de ingenieros (6 de agosto de 1863), y por su formación es designado profesor de mineralogía y cristalografía (R. O. de 6 de abril de 1877), de la que era ayudante (1869), pasando a ocupar la dirección de la escuela de minas (1900) con motivo de su ascenso a inspector general del cuerpo, desempeñada hasta su fallecimiento inesperado en Aravaca (30 de julio de 1903), después de una afección bronquial, seguida de un colapso cardíaco. Fue autor de varias publicaciones sobre temas geológicos. Perteneció a los reales consejos de sanidad y de instrucción pública. Fue condecorado con la Orden de la Estrella Polar, de Suecia.

Estas circunstancias pudieron inducir a la confusión de muchos autores con los dos Ramón Pellico. Reproducimos el autógrafo del joven, con muchas analogías grafológicas con el de su tío.

Las actividades fundamentales de Andrés se desarrollaron en la industria minera, ingresando en el Cuerpo (2 de julio de 1868). Fue destinado a los distritos mineros de Palencia y León, falleciendo en Salamanca (4 de enero de 1903), cuando era jefe de su distrito minero. Es autor de varias publicaciones sobre temas mineros.

León a 24 de Mayo del 1894
 Ildefonso Andrés Pellico

9. FUNDACION «ELENA FERNANDEZ MATANZAS»

Estuvo casado Ramón Pellico con una hacendada dama cubana, Elena Fernández Matanzas, natural de Trinidad, y no tuvieron descendencia.

Siempre pensó la viuda legar parte de su fortuna para la donación de una fundación benéfica, en favor del personal minero necesitado. El continuo asesoramiento de su sobrino político Ramón, le indujo a testar ante el notario Esteban Samaniego, de Madrid (3 de febrero de 1886), y en su cláusula 26, lega 2.000.000 de pesetas en valores o fincas, según convenga, para constituir una fundación, con el siguiente objetivo fundacional: «Pensiones para viudas y huérfanos de ingenieros de minas y trabajadores mineros necesitados, siendo preferidos los huérfanos y viudas de aquellos que hayan muerto en el ejercicio de la profesión, por ser la que tuvo su muy amado esposo, cuya memoria quiere de esta suerte honrar, y que se bendiga por los que han de ser favorecidos con esta institución.»

Fallece la fundadora en Madrid (14 de diciembre 1889). Figurando entre los albaceas su sobrino Ramón, quien fue el último en fallecer. Este, con gran discreción, tramita el legado. Circula el rumor (1903) de que se había establecido una fundación benéfica para viudas y huérfanos de ingenieros de minas y mineros; este rumor, cada vez es más insistente, y termina haciéndose público en una junta del claustro de la escuela (15 de septiembre de 1903), por presentar Fernando de los Villares y Amor

(1847-1924) una interpelación sobre el particular. Contesta Perfecto María Clemencin y San Martín (1841-1922), que era el presidente accidental del claustro, con la primera de una amplia información sobre el tema. Los testamentarios habían asignado a la fundación dos inmuebles en Madrid, el número 4 de la calle de Campomanes y el número 2 de la Costanilla de los Angeles, cuya inscripción en el registro de la propiedad de Occidente, había solicitado (11 de julio de 1891) el propio Pellico. Hubo múltiples dificultades y anomalías en esta tramitación, se designa patronato interino de la fundación (R. O. de 6 de julio de 1908), se preparan unas minuciosas normas de adjudicación de las ayudas, finalizadas (22 de marzo de 1909) y aprobadas por la comisión provincial de beneficencia. Todo queda ultimado (R. O. de 24 de enero de 1910), la inscripción de las fincas tiene fecha (20 de noviembre de 1910), y la primera concesión de ayudas se ultima por R. O. (13 de julio de 1913).

Ante las dificultades de conservación y administración de los dos edificios, se procedió a su subasta, con la autorización legal, y ultimada la venta por pisos (1967), se invirtió el capital de 5.970.000 pesetas en amortizables del Estado al 12 por 100, con lo que se costean doce pensiones de 455.000 pesetas anuales cada una.

10. BIBLIOGRAFIA

Archivo de la Parroquia de Sta. Eulalia de Onís, diócesis de Oviedo.

Archivo de la Parroquia de San Martín, diócesis de Madrid-Alcalá.

MAFFEL, Eugenio, y RÚA FIGUEROA, Ramón: *Apuntes para una biblioteca española*. Madrid, t. 1.º, 532 pp., 1871; t. 2.º, 696 pp., 1872.

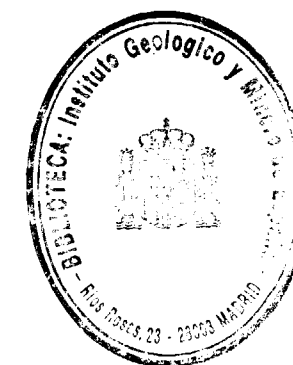
MAFFEL, Eugenio: *Centenario de la Escuela de Minas de España, 1777-1877*. Madrid, 300 pp., 1877.

LÓPEZ DE AZCONA, Juan Manuel: *Bibliografía minera, metalúrgica, geológica y de ciencias afines, 1778-1961*. Madrid, 560 pp., 1962.

LÓPEZ DE AZCONA, Juan Manuel, y MESEGUER Y PARDO, José: *Contribución a la historia de la geología y minería españolas*. Madrid, 150 pp., 1964.

LÓPEZ DE AZCONA, Juan Manuel: *La enseñanza de la minería en el mundo hispánico*. Madrid, 200 pp., 1979.

GONZÁLEZ FERRER, Rafael: *Fundación benéfica Doña Elena Fernández Matanzas*. Madrid, 32 pp., 1914.



La industria minera española durante 1985

Por E. RUIZ DE SOMAVIA CABELLO

INTRODUCCION

El Producto Interior Bruto (PIB) español a precios de mercado creció durante 1985 un 2,1 por 100 respecto al año anterior, alcanzando un valor monetario de 166.267 millones de dólares (*). El crecimiento de los distintos sectores productivos fue muy equilibrado, hecho que no sucedió en 1984, año en que el sector agrario tuvo mucho peso en el incremento global de la economía española. El incremento experimentado en 1985 se repartió de la siguiente manera: el sector agrario y pesquero creció un 1,8 por 100 en relación al año anterior; el sector secundario se incrementó un 2 por 100 (2 por 100 de aumento en la industria y 1,8 por 100 de incremento en la construcción), y el sector servicios aumentó un 2,1 por 100.

La composición sectorial del PIB a finales de 1985 quedó configurada de la siguiente manera: sector agrario y pesquero, 6,3 por 100; sector secundario, 39,7 por 100 (el 7,7 por 100 a la construcción y el 32 por 100 restante a la industria), y sector servicios, 54 por 100.

La tasa de inflación durante 1985 ha sido del 8,2 por 100, un punto aproximadamente inferior a la de 1984, que fue del 9 por 100. Entre los factores que han favorecido este descenso de la inflación pueden citarse principalmente los siguientes: la moderada disminución del precio del petróleo, disminución que fue bastante más acusada en el resto de las materias primas minerales, y la menor

devaluación de la peseta frente al dólar, ya que en 1985 la caída de la peseta en relación al dólar fue sólo del 5 por 100, mientras que en 1984 alcanzó el 12 por 100 y en 1983 el 30 por 100. Otros factores que incidieron en el descenso de la inflación han sido la buena cosecha agrícola, habiéndose aprobado, en 1985, una subida de productos regulados del 5 por 100, casi dos puntos por debajo de la de 1984; la moderación salarial con un incremento medio de los salarios pactados en convenios colectivos del 7 por 100, inferior al de 1984 en casi un punto, y el ajuste energético operado como consecuencia de la baja del petróleo que condujo a una reducción del precio de la gasolina próxima al 6,5 por 100.

La balanza comercial registró en 1985 un déficit de unos 4.457 millones de dólares, lo que supuso un incremento del 10 por 100 respecto al año anterior.

Aunque en 1985 se ha frenado el proceso de destrucción de empleo, que sigue siendo el más grave problema de la economía española, lo cierto es que el número de desempleados alcanzó a finales de dicho año una cifra próxima a los 3 millones de personas, lo que representó el 22 por 100 de la población activa frente al 21,7 por 100 de 1984, es decir, la tasa de desempleo más elevada entre los países de la OCDE. La población activa a finales de 1985 era de 13,3 millones de personas y la distribución del empleo —10,4 millones de personas ocupadas— fue la siguiente: agricultura y pesca, 17 por 100; industria, 25 por 100; construcción, 7 por 100, y servicios el 51 por 100 restante.

ASPECTOS GENERALES DE NUESTRO SECTOR MINERO

España ocupa el lugar número 38, por el valor de sus extracciones, en la industria minera internacional, teniendo en cuenta que en esa clasificación se incluyen también los hidrocarburos. Entre los países productores de productos energéticos España ocupa el puesto número 40, mientras que en el resto de minerales no energéticos asciende ya al lugar número 19.

Estos datos ponen de relieve la importancia de nuestra minería no energética, que es muy variada, ya que en lo que se refiere a los países que producen mayor número de sustancias, España ocupa el lugar número 9 en el mundo y el primero en la CEE de los 12.

El valor de la producción minera española es algo superior a los 2.000 millones de dólares (sin incluir los hidrocarburos y el uranio), lo que supone poco más del 1 por 100 del PIB. Los hidrocarburos, el gas natural y el uranio significaron, en 1985, un valor adicional de unos 485 millones de dólares.

La minería española empleó en 1984 algo más de 85.000 personas, lo cual representó el 2 por 100 del empleo industrial, cuya distribución fue la siguiente: 63 por 100 en los productos energéticos, 11 por 100 en la minería metálica, 9 por 100 en la minería no metálica y el resto en los productos de cantera. Según datos oficiales de 1985, que no recogen todavía los relativos a los productos de cantera, puede estimarse que durante dicho año el empleo se habrá reducido en 2.700 puestos de trabajo.

El déficit de la balanza comercial de materias primas minerales, sin incluir hidrocarburos, superó en 1985 los 742 millones de dólares. La dependencia del exterior, calculada como cociente entre el saldo neto de la balanza y el consumo aparente de minerales, en valor, se aproxima al 32 por 100, cifra ésta que se eleva al 40 por 100 cuando se utilizan unidades físicas. La importación de crudos de petróleo ascendió en 1985 a 8.650 millones de dólares frente a 8.750 millones en 1984.

Con la entrada de España en las Comunidades Europeas, el sector minero no energético puede verse favorecido por las siguientes circunstancias: 1. Presencia creciente de las multinacionales mineras en España en el terreno de la investigación minera no energética, cuyas inversiones se han multiplicado por algo más de cuatro veces en el período 1980-84, aunque parecen haberse contraído algo durante el año 1985. 2. Incremento apreciable de la producción minera no energética de la CEE una vez que España se ha integrado en el organismo comunitario, sobre todo en lo que concierne al cobre, mercurio, antimonio, pirita, oro, plata, volframio, cinc, espato-flúor, hierro, plomo, etc. 3. Aumento sustancial del potencial minero de la CEE derivado del ingreso de España (primordialmente las reservas de mercurio, cobre, estaño, espato-flúor, volframio, cinc y plomo). Todo ello, sin hacer mención de las rocas ornamentales —pizarras, granito y

mármoles— ni de otros minerales no metálicos, de gran importancia dentro del sector minero no energético español. 4. Otro hecho importante es que España sólo adquirió de la CEE el 10 por 100, en valor, del total de sus importaciones, mientras que exportó a la Comunidad el 60 por 100 de sus exportaciones mineras.

Esta nueva situación ha influido también en la reforma institucional de los organismos que tradicionalmente se han ocupado de la exploración y de la investigación minera en España, es decir del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), dependiente del Ministerio de Industria y Energía, y de la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A., perteneciente al Instituto Nacional de Industria (INI) y participada con un 20 por 100 por el IGME. En marzo de 1986, las Cortes aprobaron la Ley de Fomento y Coordinación de la Investigación Científica y Técnica (Ley de la Ciencia), la cual permite al IGME su transformación de organismo autónomo de carácter administrativo en organismo autónomo de carácter comercial, lo que le otorgará una mayor flexibilidad para contratar personal científico y técnico en régimen temporal y podrá beneficiarse de un sistema más fluido y ágil de acciones concertadas con otras entidades públicas y privadas.

En el nuevo diseño de Política Minera del Gobierno, dentro del apartado de Investigación Geológico-Minera, se ha creado recientemente en el Banco de Crédito Industrial una nueva línea especial de crédito para promocionar la exploración minera en España («Línea Especial de Investigación Minera», LEIM). Dicha «línea especial» está dotada con un fondo inicial de unos 6 millones de dólares para 1986, revisable en años sucesivos, y las ayudas pueden alcanzar hasta un máximo del 90 por 100 de las inversiones en investigación geológica. Está previsto, como es lógico, un mecanismo de recuperación de las inversiones cuando las investigaciones conduzcan a un éxito, lo que convierte a esta línea de créditos en un fondo rotatorio.

Productos energéticos

La producción española de carbones en 1985, y su comparación con la de 1984, queda recogida en el siguiente cuadro:

	1984	1985	Variación (%)
Hulla	9.814	10.247	+4,4
Antracita	5.476	5.810	+6,1
Lignito negro	6.898	6.280	-9,0
Lignito pardo	17.405	17.292	-0,6
TOTAL	39.593	39.629	+0,3

Unidad: 10⁸ toneladas.

Fuente: Estadística Minera de España.

(*) 1 dólar de 1985=170,04 ptas. (media anual).

El valor de la producción española de productos energéticos, y su comparación en dinero constante con la de 1984, fue la siguiente:

	1984 (En 10 ³ pts. de 1985)	1985 (En 10 ³ pts. de 1985)	Variación (%)
Hulla	81.001.137	83.336.552	+ 2,9
Antracita	43.373.482	44.437.390	+ 2,5
Lignito negro	35.015.789	31.900.901	- 8,9
Lignito pardo	23.599.351	32.091.200	+36,0
TOTAL CARBONES	182.989.759	191.766.043	+ 4,8
Crudos de petróleo	79.773.523	74.235.179	- 6,9
Gas natural	4.000.915	5.705.612	+42,6
Uranio (concentrado)	2.220.928	2.439.242	- 9,8
Otros productos energéticos	2.403.816	2.012.722	-16,3
TOTAL PRODUCTOS ENERGET.	271.388.941	276.158.798	+ 1,8

Fuente: Estadística Minera de España.

Aunque se incrementó la producción de antracita y la de hulla, disminuyó la de lignito negro en la cuenca de Teruel, lo que motivó que la producción conjunta de carbones se mantuviera prácticamente estabilizada en torno a los 40 Mt.

El valor de la producción de carbones se elevó, en 1985, a unos 192.000 MP (1.128 M\$), lo que supuso un incremento, en dinero constante, de casi el 5 por 100 respecto al año anterior. El 43 por 100 del valor de la producción correspondió a la hulla, el 23 por 100 a la antracita y el 34 por 100 restante al lignito.

La producción española de carbón se ha multiplicado por 3 en la década 1974-1984 gracias al espectacular crecimiento habido en la extracción de lignito que, en el periodo citado, se elevó de 2,9 Mt. a 24,5 Mt., experimentándose en 1985 un ligero descenso, alcanzando 23,6 Mt. Una gran parte de la hulla se extrae en la Cuenca Central Asturiana y los mayores desarrollos en el campo de la antracita se han producido en las regiones de El Bierzo y Villablino, en la provincia de León. La mayor parte del lignito pardo se obtiene en Puentes de García Rodríguez y en Meirama, en la provincia de La Coruña, y una proporción importante del lignito negro se extrae en la provincia de Teruel.

Una fracción importante de la producción española de carbones, junto con parte del carbón importado, se quema en centrales térmicas para la generación de energía eléctrica.

La tercera parte de la hulla, aproximadamente, se extrae en Asturias por la empresa estatal Hunosa, perteneciente al INI, que, en 1985, tuvo unas pérdidas superiores a los 34.000 MP (200 M\$), si se incluyen las subvenciones estatales. Dicha empresa es uno de los mayores problemas del INI, no habiendo sido abordada su necesaria re-

estructuración por el Gobierno socialista durante su primer mandato electoral. Hunosa, con una plantilla de 21.000 trabajadores, firmó un Plan Trienal con el Gobierno, que finaliza en diciembre de 1986, en el que se marcaban unos objetivos de producción y se asignaba una ayuda estatal condicionada a los resultados de la Sociedad. Con la entrada de España en la CEE, la Agencia Internacional de la Energía ha recomendado que se tomen medidas urgentes en Hunosa, empresa europea que arroja uno de los mayores costes por tonelada extraída.

La producción de concentrados de uranio, en 1985, fue de 201 t. de U obtenidos de un mineral que contenía 674,4 gramos de U₃O₈ por tonelada extraída. Su valor ascendió a 2.439 MP (14 M\$). El incremento de la producción respecto al año anterior fue del 5,5 por 100.

La producción española de crudos de petróleo, en 1985, fue de unos 2 Mt. valoradas en 74.235 MP (437 M\$). La producción de gas natural alcanzó en ese mismo año, un valor de 5.706 MP (34 M\$).

Minerales metálicos

Las principales producciones de minerales metálicos se ofrecen en el cuadro adjunto.

La producción española de mineral de hierro, unos 2,9 Mt. de metal contenido en 1985, experimentó un considerable descenso próximo al 18 por 100 respecto al año anterior. Una parte importante de la producción, consistente en minerales de baja ley, se exporta, mientras que para atender las necesidades de mineral de superior calidad por parte de la industria siderúrgica, España se ve obligada a importar un considerable tonelaje que, en 1985, alcanzó un valor de 21.171 MP (125 M\$).

	Conte- nido	1984	1985	Variación (%)
Antimonio (3) Sb		583,0	248,0	-57,5
Cinc (1) Zn		230,4	228,8	- 0,7
Cobre (1) Cu		63,1	61,0	- 3,3
Estaño (3) Sn		437,7	637,0	+45,5
Hierro (1) Fe		3.557,6	2.925,8	-17,8
Mercurio (4) Hg		44.093,4	45.045,2	+ 2,2
Oro (2) Au		4.595,0	4.769,0	+ 3,8
Pirita (1) S		1.292,3	1.231,3	- 4,7
Plata (3) Ag		217,7	194,1	-10,8
Plomo (1) Pb		96,7	85,6	-11,5
Tántalo (2) Ta ₂ O ₅		9.739,0	5.490,0	-43,6
Volframio (3) WO ₃		712,9	577,7	-19,0

Unidades:

- (1) 10³ toneladas.
- (2) Kilogramos.
- (3) Toneladas.
- (4) Frascos (1 frasco=34,47 Kg.).

Fuente: Estadística Minera de España

Los metales preciosos se obtienen en forma de bullión del gossan de Cerro Colorado, en la provincia de Huelva, y de los concentrados y cáscaras de cobre. Existe una partida adicional de metales preciosos, que no se contabiliza en la Estadística Minera de España, en forma de lodos electrolíticos procedentes del refinado de la metalurgia del cobre correspondiente a los minerales de importación. La plata se obtiene, además, del tratamiento de los concentrados de plomo y cinc.

En los restantes minerales metálicos se produjo un descenso importante en la producción de antimonio (57,5 por 100), tántalo (43,6 por 100), volframio (19 por 100), mineral de hierro (17,8 por 100), plomo (11,5 por 100) y cinc (10,8 por 100) y disminuciones menos acusadas en la extracción de pirita (4,7 por 100) y cobre (3,3 por 100). Las variaciones positivas, salvo la del estaño que incrementó su producción en un 45,5 por 100, fueron de escasa consideración (casos del oro y mercurio).

El valor de la producción española de minerales metálicos, que se ofrece en cuadro adjunto, se elevó, en 1985, a 68.297 MP (402 M\$), lo que supuso un descenso, en moneda constante, del 14 por 100 respecto al año anterior.

	1984 (En 10 ³ pts. de 1985)	1985 (En 10 ³ pts. de 1985)	Variación (%)
Cinc	19.946.637	16.659.875	-16,5
Cobre	16.710.849	15.424.640	- 7,7
Hierro	12.250.291	10.407.919	-15,0
Oro y plata (bullión)	11.113.947	9.685.356	-12,9
Pirita	7.499.679	6.924.454	- 7,7
Plomo	6.837.004	4.529.041	-33,8
Mercurio	2.445.153	2.650.551	+ 8,4
Estaño	934.514	1.166.308	+24,8
Volframio	880.004	686.948	-21,9
Otros	912.382	162.317	-82,2
TOTAL	79.530.460	68.297.409	-14,1

Fuente: Estadística Minera de España.

Minerales no metálicos

La producción española de minerales no metálicos es sumamente variada—28 sustancias extraídas en 1985— aun cuando la importancia económica de bastantes de ellas sea algo reducida pues sólo 13 productos alcanzaron en dicho año un valor superior a los 500 MP.

En los cuadros adjuntos se recogen las producciones—tanto en peso como en valor— de 1985 y su comparación con la de 1984. En el segundo de los cuadros sólo

se han considerado aquellas sustancias cuyo valor superó en 1985 los 500 MP.

A pesar de las variaciones que se observan en las producciones de 1985 respecto a las de 1984, tanto positivas como negativas, y que en determinados casos alcanzaron cotas muy elevadas, sobre todo en peso, lo cierto es que el valor global de la minería metálica en valor constante no varió prácticamente de un año a otro.

Este hecho contrasta fuertemente con lo que se apreciaba en la minería metálica, que se ha visto seriamente afectada por la crisis mundial que, durante 1985, afectó a dicho sector, principalmente a los metales básicos.

Tres sustancias—sales potásicas (31,4 por 100 del valor total de la producción de minerales no metálicos), sepiolita (10,0 por 100) y espato-flúor ácido (9,1 por 100)—supusieron en 1985 el 50,5 por 100 del valor total. Si a las anteriores se añade glauberita (8,6 por 100), magnesita calcinada (8,6 por 100), sal marina (6,3 por 100), caolín lavado (5,3 por 100) y sal gema (4,9 por 100) se cubriría ya el 84,2 por 100 del valor total.

	Conte- nido	1984	1985	Variación (%)
Andalucita	Al ₂ O ₃	1.673	1.559	- 6,8
Arcilla refractaria	Al ₂ O ₃	201.152	171.464	-14,8
Asfalto	Betún	184	425	+131,0
Attapulgita	Mineral	43.907	59.697	+36,0
Barita	SO ₄ Ba	65.780	40.399	+38,6
Bauxita	Al ₂ O ₃	3.193	1.010	-68,4
Bentonita	Mineral	72.582	90.239	+24,3
Caolín Bruto	Al ₂ O ₃	5.120	8.769	+71,3
Caolín lavado	Al ₂ O ₃	94.821	116.050	+22,4
Cuarzo	SiO ₂	367.802	247.151	-32,8
Espato-flúor ácido	F ₂ Ca	246.121	258.561	+ 5,1
Espato-flúor metalúr.	F ₂ Ca	33.710	31.140	- 7,6
Esteatita	Mineral	72.237	88.776	+22,9
Estroncio	SO ₄ Sr	24.840	39.100	+57,4
Feldespatos	Mineral	136.943	136.190	- 0,5
Glauberita	SO ₄ Na ₂	214.196	242.762	+13,3
Magnesita calcinada.	MgO	148.137	145.838	- 1,6
Mica	Mineral	990	727	-26,6
Ocre	Fe ₂ O ₃	8.175	8.520	+ 4,2
Piedra pómez	Mineral	829.827	849.440	+ 2,4
Sal gema	Mineral	2.155.765	2.160.356	+ 0,2
Sal manantial	Mineral	34.867	52.010	+49,2
Sal marina	Mineral	1.197.715	1.027.383	-14,2
Sales potásicas	K ₂ O	677.201	658.863	- 2,7
Sepiolita	Sep.	283.965	267.393	- 5,8
Thenardita	SO ₄ Na ₂	152.829	152.809	-
Trípoli	SiO ₂	50.182	64.741	+29,0
Turba	Mineral	55.501	54.049	- 2,6

Unidad: Toneladas.

Fuente: Estadística Minera de España.

Es destacable el hecho de que a finales de 1985, el INI cerró las minas de Potasas de Navarra y se está a la expectativa del resultado de las investigaciones que se están realizando en el yacimiento alternativo de Subiza, en la misma Comunidad Autónoma, en la que participan el Gobierno regional y la Diputación Foral de Navarra.

Después del hallazgo de los indicios de fosfatos de Fontanarejo, en la provincia de Ciudad Real, han proseguido durante 1985 las investigaciones, por parte del IGME y de Minas de Almadén y Arrayanes, en la Reserva Hessérica.

	1984 (En 10 ³ pts. de 1985)	1985 (En 10 ³ pts. de 1985)	Variación (%)
Sales potásicas	14.246.338	13.669.213	- 4,1
Sepiolita	4.855.796	4.368.923	-10,0
Espato-flúor ácido	3.336.795	3.976.009	+19,2
Glauberita	3.622.007	3.740.982	+ 3,3
Magnesita calcinada	3.746.020	3.729.081	- 0,5
Sal marina	3.348.197	2.765.207	-17,4
Caolín lavado	2.013.753	2.310.190	+14,7
Sal gema	2.108.879	2.143.312	+ 1,7
Bentonita	975.529	1.135.564	+16,4
Esteatita	668.037	759.289	+13,7
Estroncio	235.440	637.500	+70,8
Attapulgita	442.952	588.157	+32,8
Feldespató	555.948	531.992	- 4,3
Otros	3.751.524	3.233.392	-13,8
TOTAL	43.907.215	43.588.811	- 0,7

Fuente: Estadística Minera de España.

Productos de cantera

La producción española de productos de cantera es muy variada. Las explotaciones son, en general, de pequeña magnitud y se encuentran distribuidas por todo el territorio español, para atender las necesidades locales.

Por sus posibilidades de exportación pueden destacarse las rocas ornamentales: pizarra, granito y mármol. Hay que destacar el hecho de que las pizarras españolas ocuparon el segundo lugar entre todas las sustancias minerales que se exportaron.

En el momento de redactar estas líneas, agosto de 1986, no se dispone de la oportuna información oficial correspondiente a este sector durante 1985, como ya se dijo anteriormente.

Según los datos del año anterior, sin embargo, destaca la producción de caliza (18.629 MP), pizarra (5.412 MP), gravas y arenas naturales (5.295 MP), granito (3.150 MP), mármol (2.207 MP), yeso (1.646 MP), arcilla (1.563 MP) y

silíce y arenas silíceas (1.199 MP), que son los productos de cantera que en dicho año superaron los 1.000 MP. El valor de las sustancias citadas supone ya el 91,6 por 100 del total de este sector minero.

COMERCIO EXTERIOR DE MINERALES

En los cuadros adjuntos puede verse el comercio exterior de minerales en nuestro país de aquellas sustancias que en 1985 registraron un superávit o un déficit superior a 1.000 MP y su comparación con el de 1984.

Figuran en las importaciones una larga serie de sustancias entre las que cabe destacar, en 1985, la hulla (38,5 por 100 del valor total de las importaciones), fosfato (11,3 por 100), mineral de hierro (11,1 por 100), bauxita (6,9 por 100), minerales de cobre (3,4 por 100), minerales de estaño (3,2 por 100), minerales de molibdeno (1,9 por 100), etc. Estos productos suponen ya algo más del 76 por 100 de nuestras importaciones de minerales.

Se ha registrado desde hace unos cinco años —momento en que entró en funcionamiento la planta de alumina de San Ciprián (Lugo) a finales de 1980— un incremento considerable de las importaciones de bauxita y una disminución paralela de las de alumina calcinada.

En términos globales, las importaciones se han incrementado en un 7 por 100, aunque en dinero constante se ha experimentado un descenso próximo al 2 por 100.

Entre los minerales exportados se encuentran las sales potásicas (13,4 por 100 del total de nuestras exportaciones de minerales), pizarras (12,3 por 100), mármol (8,3 por 100), sepiolita (7,2 por 100), granito (5,9 por 100), minerales de cinc (5,3 por 100), minerales de hierro (5,0 por 100), minerales de cobre (5,0 por 100), etc. Estos minerales alcanzan ya un poco más del 62 por 100 de nuestras exportaciones mineras. Destacan, detrás de las sales potásicas, las rocas ornamentales y la sepiolita, y disminuye en 1985 la importancia relativa de otras sustancias tradicionales de nuestro comercio exterior de exportación como el mercurio y los lodos electrolíticos obtenidos de las cenizas y residuos de metales preciosos, partida esta que en la última década ha tenido bastante importancia. En dinero corriente, el valor de nuestras exportaciones de minerales en 1985 ha sido prácticamente el mismo que el año anterior. En dinero constante se ha producido, sin embargo, un descenso del 8 por 100.

Finalmente, en el último cuadro se recoge el resumen del comercio español de materias primas minerales y su comparación con el de 1984. Nuestro déficit total se elevó en 1985, a 126.000 MP (742 M\$), es decir, un incremento del 10,9 por 100 respecto al año anterior en dinero corriente, pero un aumento de sólo el 1,8 por 100 en valores constantes. El saldo español sólo es positivo en los productos de cantera, gracias a las rocas ornamentales.

IMPORTACIONES DE MINERALES (MP)

	1984	1985*	Variación (%)
Hulla	58.889	73.655	+25,1
Fosfato	21.966	21.578	- 1,8
Mineral de hierro	17.174	21.171	+23,3
Mineral de aluminio (bauxita)	14.000	13.267	- 5,2
Mineral de cobre	6.632	6.468	- 2,5
Mineral de estaño	5.985	6.114	+ 2,2
Mineral de molibdeno	2.772	3.540	+27,7
Mineral de met. preciosos	6.113	3.213	-47,4
Mineral de manganeso	4.124	3.090	-25,1
Magnesita calcinada	2.524	2.984	+18,2
Boratos naturales	3.444	2.897	-15,9
Asbesto	4.054	2.845	-29,8
Caolín	2.805	2.804	-
Coque y semicoque	2.985	2.794	- 6,4
Cenizas y residuos de cobre	1.326	2.439	+83,9
Azufre	1.030	2.214	+115,0
Mármol	1.761	2.135	+21,2
Granito	1.256	1.644	+30,9
Minerales de cinc	3.558	1.517	-57,4
Ilmenita	1.222	1.381	+13,0
Minerales de plomo	1.997	1.370	-31,4
Alúmina calcinada	1.179	1.130	- 4,2
Minerales de cromo	1.083	1.024	- 5,4
Resto de minerales	10.911	10.021	- 8,2
TOTAL	178.790	191.295	+ 7,0

* Datos provisionales.

Fuente: Dirección General de Aduanas.

EXPORTACIONES DE MINERALES (MP)

	1984	1985*	Variación (%)
Sales potásicas	8.457	8.727	+ 3,2
Pizarra	8.015	8.012	-
Mármol	4.986	5.411	+ 8,5
Sepiolita	4.434	4.672	+ 5,4
Granito	3.007	3.859	+28,3
Minerales de cinc	2.254	3.464	+53,7
Mineral de hierro	2.607	3.256	+24,9
Mineral de cobre	2.588	2.841	+ 9,8
Espato-flúor	2.402	2.646	+10,2
Sulfato sódico	1.950	2.472	+26,8
Magnesita calcinada	2.296	2.446	+ 6,5
Cenizas y residuos de metales preciosos (lodos electrolíticos)	5.877	2.417	-58,9
Yeso	1.741	1.790	+ 2,8
Sales sódicas	<1.000	1.670	+82,1
Mercurio	2.257	1.379	-38,9
Caolín	<1.000	1.035	+10,8
Resto de minerales	12.219	9.080	-25,7
TOTAL	65.090	65.177	+ 0,1

* Datos provisionales.

Fuente: Dirección General de Aduanas.

RESUMEN DEL COMERCIO EXTERIOR ESPAÑOL DE MINERALES (MP)

	Importaciones		Exportaciones		Saldo	
	1984	1985*	1984	1985*	1984	1985*
Productos energéticos	65.176	78.131	57	310	- 65.119	- 77.821
Minerales metálicos	69.857	68.943	19.053	16.840	- 50.804	- 52.103
Minerales no metálicos	39.028	39.222	25.362	26.922	- 13.666	- 12.300
Productos de cantera	4.729	4.999	20.618	21.105	+ 15.889	+ 16.106
TOTAL MINERIA	178.790	191.295	65.090	65.177	-113.700	-126.118

(1) Sin incluir hidrocarburos.

* Datos provisionales.

Fuente: Dirección General de Aduanas.

Noticias

ACUIFEROS SOBREENPLOTAOS

La Ley de Aguas de 2 de agosto de 1985, que ha entrado en vigor el 1 de enero de 1986 prevé, en su artículo 54.1, la posibilidad de declarar sobreexplotados o en riesgo de estarlo, los recursos subterráneos de una zona, con objeto de imponer una explotación más racional de los mismos.

El Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/86, de 11 de abril («B. O. E.» del 30), en su artículo 171 desarrolla esta previsión de la Ley de Aguas estableciendo un proceso administrativo, gracias al cual y una vez conseguida la declaración de acuífero sobreexplotado, el Organismo de Cuenca (Confederación Hidrográfica), podrá paralizar los expedientes de autorización de investigación o de concesión de aguas subterráneas, la apertura de nuevas captaciones, y la modificación de las existentes; además, deberá constituirse forzosamente la Comunidad de Usuarios del acuífero.

Los trámites para conseguir esta declaración y aplicar las medidas pertinentes, se van a iniciar por la Confederación Hidrográfica del Guadiana en el Sistema Acuífero número 23 de la Llanura Manchega, uno de los más importantes de la Península, directamente conectado con el sistema hídrico del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, y en el que aún se está a tiempo de evitar los problemas de una sobreexplotación generalizada reordenando las captaciones y estableciendo un régimen de explotación más racional.

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME), cuyo informe debe unirse al expediente de declaración de acuífero sobreexplotado, de acuerdo con el artículo 171.3 del Reglamento, prepara ya, a petición de la Confederación, un informe de síntesis sobre este acuífero que estará disponible a mediados de octubre de 1986.

La participación del IGME como organismo asesor de las Administraciones Públicas en materia de aguas subterráneas, se contempla en la Ley de Aguas y en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico; de hecho se ha establecido ya un mecanismo de coordinación entre el IGME y el Servicio Geológico de la Dirección General de Obras Hidráulicas del MOPU, para conseguir la mayor efectividad en el apoyo técnico a las Confederaciones Hidrográficas. Con la inclusión de las aguas subterráneas en el dominio público hidráulico, las responsabilidades de las Confederaciones se han incrementado considerablemente mientras que sus medios, de momento, no se han visto ampliados en la proporción exigida por el enorme número de captaciones de agua subterránea cuyo control administrativo les compete desde la entrada en vigor de la Ley.

Gracias a un adecuado sistema de asesoramiento técnico a las Confederaciones, la realización de nuevas captaciones de agua subterránea podría reanudar un ritmo normal, dentro de las limitaciones necesarias para preservar el recurso, en aquellos acuíferos o zonas no sobreexplotados, donde, aún sin existir el Plan Hidrológico, podrán autorizarse investigaciones y otorgarse concesiones de aguas subterráneas.

ACTIVIDADES DE LA DIVISION DE GEOLOGIA APLICADA A LA INGENIERIA

Las actividades de esta División del IGME, que cuenta

con un staff de ocho técnicos y Laboratorios de Mecánica de Rocas y Suelos, se centran en dos grandes campos:

- Geología Ambiental, aplicada a la Ordenación del Territorio y Protección del Medio Ambiente.
- Geotecnia aplicada a la Minería y Obras Civiles.

Dentro del campo de la GEOLOGIA AMBIENTAL, destacan principalmente dos áreas: la Restauración del Medio Natural afectado por la explotación de minas y canteras, y la Cartografía de Riesgos Geológicos.

En el área de RESTAURACION, anualmente se realizan varios cientos de informes en explotaciones de todo el país, sobre los Planes de Restauración realizados por las empresas mineras, con objeto de velar por una adecuada restauración del medio natural, que en general es fuertemente impactado por las explotaciones. Se han realizado también sendos estudios generales de las Cuencas Carboníferas de Palencia, y de las Cuencas Carboníferas Andaluzas, cuya publicación es inmediata. Es igualmente inmediata la publicación del de Madrid. Van a comenzarse estudios en el mismo sentido para Navarra, León y Comunidad Valenciana, así como una Recopilación Legislativa de Minería y Medio Ambiente, necesaria dada la abundante legislación producida en los últimos años, tanto por la Administración Central como por la Autonómica, y la procedente de la CEE. Se han realizado ya los Inventarios de Balsas y Escombreras de Asturias, Andalucía, Murcia y Castilla-La Mancha. Se ha terminado también un estudio en las Canarias para ordenar minera y ambientalmente la extracción incontrolada de picón, que está degradando gravemente el paisaje isleño.

En el área de RIESGOS GEOLOGICOS, se han realizado casi completamente los Mapas de Riesgo por Inundaciones de 32 núcleos urbanos con problemas en Andalucía, Extremadura, Murcia y Comunidad Valenciana. A fines de año, se publicarán los Mapas Nacionales a escala 1:1.000.000 del Karst, y Previsor de Riesgos por Arcillas Expansivas, este último, realizado con el Laboratorio de Geotecnia del CEDEX (MOPU). Se han realizado también diversos estudios puntuales para corrección de riesgos geológicos en diversas localidades: deslizamientos del Folleu en Asturias, diversas carreteras de Cantabria, Alto de San Just en Teruel, Hundimientos cársticos en Santa Cruz de Moya (Cuenca), etc. Está en realización el primer Mapa Nacional de Movimientos del Terreno 1:1.000.000, que englobará los movimientos ligados a la Geodinámica Externa (deslizamientos, dinámica costera, eólica, etc.), la Geodinámica Interna (Terremotos, Erupciones Volcánicas, Diapirismo, etc.) y Antrópicos. Ha comenzado también la realización del primer estudio cuantitativo del Impacto económico y social de los Riesgos Geológicos en España. Igualmente, está en marcha un estudio global de la dinámica erosión-sedimentación en nuestro país desde el ángulo geológico. También han comenzado los estudios del deslizamiento de Olivares (Granada) y de otras cinco áreas de riesgo en la misma provincia con vistas a su corrección.

Dentro de la CARTOGRAFIA GEOCIENTIFICA, se espera tener editado el Atlas Geocientífico del Medio Natural de la Comunidad de Madrid para fines del 86. Con él esperamos dar continuidad a la línea emprendida para esta Comunidad por Casiano de Prado en 1864, en los ya lejanos tiempos de la Comisión del Mapa Geológico de España, que dio origen al Instituto. Se está realizando una

experiencia similar en el área de influencia de la ciudad de Burgos.

En cuanto al campo de la GEOTECNIA APLICADA A LA MINERIA Y OBRAS CIVILES, existen varios trabajos terminados y otros en marcha. Ultimamente, se han producido varios Manuales que son los primeros realizados en castellano en sus respectivas áreas: Manual de Escombreras y Presas de Residuos; Introducción a los usos industriales y urbanos del Espacio Subterráneo y su tecnología; Manual para el diseño, construcción y conservación de Pistas Mineras y Registro de Datos en Sondeos de Reconocimiento, entre otros. Están a punto de publicarse el Manual de Taludes y Geotecnología del Avance Mecanizado de Galerías, Túneles y Pozos y el de Subsistencia Minera.

En el campo de la INVESTIGACION GEOMECANICA EN MINERIA, pueden resaltarse los ensayos positivos de nuevos tipos de soñenimiento en galerías en carbón en la Cuenca Carbonífera del Bierzo (León), que abren interesantes perspectivas. Actualmente se continúan dichos ensayos en condiciones nuevas, y se siguen investigaciones en el mismo sentido en la minería subterránea de Asturias y Teruel. Está bastante avanzado el primer estudio global de la problemática geotécnica de la minería de lignito a cielo abierto, en España, y se ha lanzado un estudio similar para la de hullas y antracitas. Están muy avanzados los estudios para estabilización y reintegración al paisaje de las diez escombreras carboníferas más problemáticas de Asturias detectadas tras el inventario.

Se prosiguen los trabajos en el área de vibraciones producidas por voladuras. En dicha área, se han realizado avances en el campo de las vibraciones de muy baja frecuencia producidas en voladuras urbanas. Han concluido investigaciones en Desarrollo de Pozos de Agua mediante explosivos y Seccionado de Cargas en un mismo barreno para disminuir el nivel de vibraciones. Igualmente, se ha prestado apoyo a las Direcciones Provinciales del MINER y Comunidades Autónomas, destacando los estudios de Cuchia (Cantabria) y el Calerizo (Cáceres).

En el campo de la GEOTECNIA APLICADA A OBRAS CIVILES, destacan en primer lugar los Mapas Geotécnicos y de Riesgos Geológicos 1:25.000 de Ciudades. Se ha terminado el de Cádiz y están muy avanzados los de Badajoz, Gijón y Zaragoza. Su uso permitirá por un lado racionalizar prácticas en Ingeniería Geotécnica y por otro dar a conocer a todos los interesados (planificadores y profesionales) la problemática existente. En el campo de los Estudios Regionales de Estabilidad de Taludes, está muy avanzado el de la Comunidad de Madrid.

Se ha puesto a punto un Banco de Programas de Ordenador para problemas de estabilidad de Taludes con la E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid.

Está en marcha una Guía del Karst y Catálogo de Cavidades Naturales en España.

PROXIMAS REUNIONES CIENTIFICAS (1986)

Octubre, 22-24

TRATAMIENTO DE MINERALES POR FLOTACION. Madrid.

Información: FRASER ESPAÑOLA, S. A. Orense, 25. 28020 Madrid.

Octubre, 27-29

EVALUACION ECONOMICA DE INVERSIONES MINERAS. Madrid.

Información: FRASER ESPAÑOLA, S. A. Orense, 25. 28020 Madrid.

Octubre, 30-31

PHYSIQUE ET APPLICATIONS DE LA MICROSCOPIE ANALYTIQUE. Toulouse. Francia. Información: CNRS - FORMATION, 27 rue Paul BERT, 94204 Ivry-sur-Seine Cedex (France).

Noviembre, 10-11

EXPLORATION GEOCHEMISTRY (International South European Symposium). Atenas. Grecia. Información: Organizing Committee, Institute of Geology and Mineral Exploration, 70 Messoghion Street, 115 27 Athens, Greece.

Noviembre, 10-15

SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS. Santa Cruz de Tenerife. Información: Comité Organizador. Castillo, 40, 1.º. Santa Cruz de Tenerife. Canarias.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE FORMACION PERMANENTE DE LA FUNDACION GOMEZ-PARDO

(Cuarto trimestre de 1986)

La Fundación Gómez-Pardo, adscrita a la E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid, tiene previstas para el trimestre octubre-diciembre de 1986, entre otras, las siguientes actividades:

Madrid, del 20 al 24 de octubre

II CURSO SOBRE LODOS DE PERFORACION Y SUS APLICACIONES.

Madrid, del 28 al 30 de octubre

I CURSO DE GEOQUIMICA AMBIENTAL Y ECOLOGIA GEOQUIMICA.

Madrid, del 3 al 7 de noviembre

IX CURSO SOBRE METODOS DE EXPLOTACION A CIELO ABIERTO.

Madrid, del 10 al 14 de noviembre

I SEMINARIO SOBRE ANALISIS Y GESTION DEL RIESGO DE PROYECTOS MINEROS.

Madrid, del 11 al 13 de noviembre

I CURSO DE PRODUCTOS REFRACTARIOS. APLICACIONES, USOS Y CRITERIOS DE SELECCION Y UTILIZACION.

Madrid, del 25 al 27 de noviembre

I CURSO SOBRE LOS NUEVOS CEMENTOS Y SUS APLICACIONES. NORMATIVA.

Madrid, del 9 al 12 de diciembre

I CURSO SOBRE ORDENADORES PERSONALES Y LA PLANIFICACION EN LA MINERIA SUBTERRANEA.

Madrid, del 9 al 12 de diciembre

I CURSO SOBRE PROCEDIMIENTOS DE DEPURACION Y DESULFURACION DE CARBONES.

Madrid, del 15 al 19 de diciembre

III CURSO SOBRE ALTERACIONES EN EL MEDIO AMBIENTE Y LA RESTAURACION DE TERRENOS EN MINERIA A CIELO ABIERTO.

Correspondencia: Fundación Gómez-Pardo, Departamento de Formación Permanente. Alenza, 1. 28003 Madrid.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA GENERAL

860253. **Proyección estereográfica por ordenador.** MARTIN ESCORZA, C.

El Geólogo (1985), vol. 3, núm. 15, 25-28, 6 ref., esp., bibl. IGME.

* Geología, Medida en el suelo, Orientación, Pendiente, Representación gráfica, Metodología, Programa ordenador.

860269. **Confección automática de ortografías.** ALBERICH, L., y FERNANDEZ, J.

Mundo electrón (Barcelona) (1985), núm. 152, 61-70, esp., res. ing., bibl. IGME.

* Fotografía aérea, Fotogrametría, Cartografía, Metodología.

860362. **Breve historia de la fotogrametría.** SANDOVAL, L.

Bol. inf. Serv. Geogr. Ejército (1985), núm. 60, 55-69, esp., bibl. IGME.

* Fotometría, Fotografía aérea, Fotogrametría, Histórico, Instrumentación.

GEOLOGIA REGIONAL

860246. **El Carbonífero Marino de la zona «Sudportuguesa».** FLORIDO LARAÑA, P.

Cant. explot. (1985), núm. 225, 35-45, esp., bibl. IGME.

* Unidad estratigráfica, Devónico, Carbonífero, Pizarra, Cuarzita, Grauwaca, Volcano sedimentario, Corte geológico, Orogenia hercínica, Tectónica superpuesta, Esquistosidad, Pirita sustancia, Manganeso sustancia, Masa mineralizada, Filón, Provincia Huelva, Provincia Sevilla.

860312. **Criterios de daños.** CASTANEDO, F.

Voladuras controladas en zonas urbanas. IGME (1985), 63-91, 8 ref., esp., bibl. IGME.

* Voladura, Vibración, Edificio, Onda choque, Reflexión onda, Atenuación, Onda corto período, Onda largo período, Propagación onda.

860509. **La política agraria en la Comunidad Autónoma de Baleares. Características físicas.** POMAR, L.

El Campo (1985), núm. 100, 5-8, esp., bibl. IGME.

* Geología física, Relieve submarino, Control tectónico, Fractura, Hundimiento, Neotectónica, Subsistencia, Litofacies, Jurásico, Cretácico, Terciario, Baleares.

ESTRATIGRAFIA

860271. **El Weald de Igea, Cameros, La Rioja. Sedimentología, Bioestratigrafía y Paleocnología de grandes reptiles, Dinosaurios.** AGUIRREZABALA, L. M.; TORRES, J. A., y VIERA, L. I.

Munibe (1985), vol. 37, 111-138, 23 ref., esp., res. ing., baq., bibl. IGME.

* Weald, Neocomiense, Sedimentación deltaica, Medio lacustre, Llanura costera, Estructura sedimentaria, Pliegue, Falla, Ichnites, Biometría, Dinosauria, Crustácea, Molusca, Pisces, Crocodilia, Bioestratigrafía, Provincia Logroño.

860480. **Calcaires devoniens et carbonifères du Monte Tobazo, Pyrenées aragonaises, Huesca, Espagne.** JOSEPH, J.; MIROUSE, R., y PERRET, M. F.

Acta Geol. Hisp. (1984), vol. 19, núm. 3, 149-166, 29 ref., esp., bibl. IGME.

* Devónico, Carbonífero, Corte geológico, Caliza, Sedimentación recifal, Medio recifal, Paleambiente, Paleogeografía, Pirineos españoles, Provincia Huesca.

860481. **Serie estratigráfica del Liásico de la provincia de Girona.** LLOMPART, C., y PALLI, L.

Acta Geol. Hisp. (1984), vol. 19, núm. 3, 167-170, esp., res. ing., bibl. IGME.

* Carixiense, Domeriense, Toarciense, Pliensbachense, Corte geológico, Hardground, Fauna, Provincia Gerona.

GEMORFOLOGIA

860483. **La Conca de la Baells, Alt Llobregat: Els processos geomorfològics actuals responsables del subministrament de sòlids y balanç previ de sediments.** CLOTET PERARNAU, N.

Acta Geol. Hisp. (1984), vol. 19, núm. 3, 177-191, 22 ref., cat., res. ing., bibl. IGME.

* Divisoria de aguas, Erosión fluvial, Depósito fluvial, Proporción material erosionado, Proporción material sedimentado, Desagregación, Geomorfología cuantitativa, Cuenca Llobregat, Provincia Lérida.

GEOLOGIA DEL INGENIERO

860250. **Niveles de metales pesados en los sedimentos actuales del Parque Nacional de Doñana.** MANRIQUE, A.; ARROYO, I.; NEBREA, A. M., y RODRIGUEZ RUIZ, J.

Comun. Inst. Nac. Invest. Agrar. Ser. Recur. nat. (1985), núm. 38, 71 pp., 30 ref., esp., bibl. IGME.

* Contaminación, Metal pesado, Sedimento, Actual, Análisis elemento traza, Tratamiento dato, Método estadístico, Coeficiente correlación, Marisma, Cuenca Guadalquivir, Provincia Huelva, Provincia Sevilla.

860251. **Clasificación territorial del Pirineo y Prepirineo.** ELENA-ROSELLO, R.; CARRETERO, M. P.; SANCHEZ PALOMARES, O., y GONZALEZ LOPEZ, E.

Comun. Inst. Nac. Invest. Agrar. Ser. Recur. nat. (1985), núm. 39, 76 pp., 27 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Clasificación, Utilización terreno, Planificación regional, Geología del medio ambiente, Ecología, Dendrograma, Primario, Terciario, Arenisca, Flysch, Navarra, Pirineos españoles.

860255. **Plan de selección de emplazamientos para el almacenamiento de residuos radiactivos de alta actividad.** CASTAÑON, A., y RECREO, F.

Energ. nucl. (1985), vol. 29, núm. 155, 207-215, 27 ref., esp., bibl. IGME.

* Planificación, Almacenamiento, Residuo radioactivo, Geología del medio ambiente, Protección del medio ambiente, España.

860277. **Construcciones en zonas de riesgo sísmico.** GARCIA RUIZ, A.

Rev. MOPU (1985), núm. 326, 46-50, esp., bibl. IGME.

* Riesgo sísmico, Mapa de sismicidad, Fundación, Normalización, Ensayo in situ, Propagación onda, España.

860278. **Proyecto de Ley de residuos radiactivos y peligrosos. Un riesgo controlado.** BUSTOS, G.

Rev. MOPU (1985), núm. 327, 14-20, esp., bibl. IGME.

* Residuo radioactivo, Política Estado, Protección medio ambiente, Legislación, Proyecto, España.

860280. **El delito ecológico.** BURDALO, S., y DELGADO, C.

Rev. MOPU (1986), núm. 328, 16-22, esp., bibl. IGME.

* Estudio impacto medio, Protección medio ambiente, Legislación, España.

860282. **Nuevas técnicas en el análisis de vibraciones producidas por voladuras.** HEVIA CANGAS, A.; RIOS VAZQUEZ, J., y GONZALEZ FERNANDEZ, E.

Rocas miner. (1985), núm. 167, 51-59, esp., bibl. IGME.

* Voladura, Vibración, Medio elástico, Onda P, Onda S, Onda love, Onda Rayleigh, Propagación onda, Log sísmico, Tratamiento dato, Ordenador.

860283. **Abacos de estabilidad para minería de carbón y sedimentaria a cielo abierto y con capas inclinadas.** AYALA, F. J.; GRANDA, J. R., y SARTI, A.

IGME (1985), 259 pp., 23 ref., esp., CD. IGME.

* Cielo abierto, Explotación, Geometría, Estabilidad talud, Abaco, Programa ordenador.

860284. **Diseño de cortas mineras de carbón.** AYALA, F. J.; GRANDA, J. R., y SARTI, A.

IGME (1985), 3-18, esp., CD. IGME.

* Cielo abierto, Proyecto, Explotación, Geometría, Recubrimiento estéril, Mecánica roca, Fracturación.

860285. **Parámetros para el diseño geomecánico de las explotaciones.** AYALA, F. J.; GRANDA, J. R., y SARTI, A.

IGME (1985), 19-37, esp., CD. IGME.

* Cielo abierto, Explotación, Geometría, Superficie piezométrica, Drenaje terreno, Microtectónica, Diaclasa, Discontinuidad, Roca encajante, Propiedad geotécnica.

860286. **Métodos de cálculo de estabilidad de taludes.** AYALA, F. J.; GRANDA, J. R., y SARTI, A.

IGME (1985), 39-91, esp., CD. IGME.

* Cielo abierto, Explotación, Estabilidad talud, Deslizamiento terreno, Propiedad geotécnica, Método matemático.

860287. **Cálculo de estabilidad de escombreras ante roturas por cimiento.** AYALA, F. J.; GRANDA, J. R., y SARTI, A.

IGME (1985), 93-97, esp., CD. IGME.

* Mina, Residuo industrial, Vertedero, Cimentación, Rotura por sobrecarga, Propiedad geotécnica, Estabilidad.

860288. **Cálculo de ratios.** AYALA, F. J.; GRANDA, J. R., SARTI, A.

IGME (1985), 99-109, esp., CD. IGME.

* Cielo abierto, Ley mínima explotable, Recubrimiento estéril, Método matemático.

860289. **Abacos de estabilidad.** AYALA, F. J.; GRANDA, J. R., y SARTI, A.

IGME (1985), 111-214, esp., CD. IGME.

* Cielo abierto, Explotación, Estabilidad talud, Vertedero, Ley mínima explotable, Recubrimiento estéril, Abaco.

860290. **Control de estratos en tajos subterráneos de la minería del carbón.** AYALA, F. J.

IGME (1985), 293 pp., ref. disem., esp., CD. IGME.

* Mina, Subterráneo, Mecánica suelo.

860291. **Movimientos y presiones del terreno alrededor de un frente largo.** RAMIREZ OYANGUREN, P.; DE LA CUADRA, L.; LAIN, R.; LUMBRERAS, H., y VIAR, P.

IGME (1985), 45-90, 38 ref., esp., CD. IGME.
* Mina, Obra subterránea, Presión terreno, Mecánica suelo, Deformación, Tensión, Análisis elemento finito.

860292. **Estudio de los bancos del techo.** RAMIREZ OYANGUREN, P.; DE LA CUADRA, L.; LUMBRERAS, H., y VIAR, P.

IGME (1985), 91-143, 10 ref., esp., CD. IGME.
* Mina, Obra subterránea, Presión terreno, Fractura, Flexión, Deformación, Ruptura, Estabilidad, Método matemático, Equilibrio, Hundimiento, Previsión.

860293. **Relación de sostenimientos.** RAMIREZ OYANGUREN, P.; DE LA CUADRA, L.; LAIN, P.; LUMBRERAS, H., y VIAR, P.

IGME (1985), 145-205, 6 ref., esp., CD. IGME.
* Mina, Obra subterránea, Presión terreno, Rotura roca, Sostenimiento, Tecnología.

860294. **Fenómenos gasodinámicos.** RAMIREZ OYANGUREN, P.; DE LA CUADRA, L.; LAIN, R.; LUMBRERAS, H., y VIAR, P.

IGME (1985), 207-258, 43 ref., esp., CD. IGME.
* Mina, Carbón, Metano, Explosión, Control tectónico, Fractura, Control, Previsión, Microsísmica.

860295. **Instrumentación para la vigilancia de minas subterráneas.** RAMIREZ OYANGUREN, P.; DE LA CUADRA, L.; LAIN, R.; LUMBRERAS, H., y VIAR, P.

IGME (1985), 259-286, 15 ref., esp., CD. IGME.
* Mina, Subterránea, Estabilidad, Tensión, Deformación, Previsión, Medida en el suelo, Instrumentación, Extensómetro.

860303. **Guía para la restauración del medio natural afectado por la explotación de canteras.** GARCIA RODRIGUEZ, J. J.; MURAI, J., y OSBORNE, J.

IGME (1985), 117 pp., esp., bibl. IGME.
* Cantera, Geología del medio ambiente, Estudio impacto medio, Reacondicionamiento, Programa, España.

860304. **Restauración de canteras. Explotación en terrazas de materiales aluviales.** GARCIA RODRIGUEZ, J. J.; MURAI, J., y OSBORNE, J.

IGME (1985), 19-38, esp., bibl. IGME.
* Cantera, Estudio impacto medio, Geología del medio ambiente, Reacondicionamiento, Programa, Estudio caso, Aluvión, Arena sustancia, Canto rodado, Terraza, Sedimentación fluvial, Cuaternario, Reserva, Río Jarama, Provincia Madrid.

860305. **Restauración de canteras. Cantera de semillera en páramo.** GARCIA RODRIGUEZ, J. J.; MURAI, J., y OSBORNE, J.

Guía para la restauración del medio natural afectado por la explotación de canteras.
IGME (1985), 39-54, esp., bibl. IGME.
* Cantera, Ladera, Estudio impacto medio, Geología del medio ambiente, Albense, Arena sustancia, Arcilla industrial, Corte geológico, Reacondicionamiento, Programa, Erosión suelo, Vegetación, Provincia Segovia.

860306. **Restauración de canteras. Cantera en valle cerrado y media ladera.** GARCIA RODRIGUEZ, J. J.; MURAI, J., y OSBORNE, J.

Guía para la restauración del medio natural afectado por la explotación de canteras.
IGME (1985), 55-69, esp., bibl. IGME.
* Cantera, Caliza sustancia, Producción, Coste, Estudio impacto medio, Geología medio ambiente, Carbonífero, Reacondicionamiento, Vegetación, Programa, Asturias.

860307. **Restauración de canteras. Cantera de montaña en ladera.** GARCIA RODRIGUEZ, J. J.; MURAI, J., y OSBORNE, J.

Guía para la restauración del medio natural afectado por la explotación de canteras.
IGME (1985), 70-87, esp., bibl. IGME.
* Cantera, Caliza sustancia, Estudio impacto medio, Geología medio ambiente, Carbonífero, Reacondicionamiento, Coste, Erosión, Vegetación, Programa, Provincia León.

860308. **Restauración de canteras. Cantera en semillera. Hueco.** GARCIA RODRIGUEZ, J. J.; MURAI, J., y OSBORNE, J.

Guía para la restauración del medio natural afectado por la explotación de canteras.
IGME (1985), 88-107, esp., bibl. IGME.
* Cantera, Ladera, Arenisca sustancia, Geología medio ambiente, Tortoniense, Estudio impacto medio ambiente, Reacondicionamiento, Programa, Costo, Vegetación, Provincia Cádiz.

860309. **Restauración de canteras. Cantera en hueco y páramo.** GARCIA RODRIGUEZ, J. J.; MURAI, J., y OSBORNE, J.

Guía para la restauración del medio natural afectado por la explotación de canteras.
IGME (1985), 108-117, esp., bibl. IGME.
* Cantera, Yeso sustancia, Geología medio ambiente, Mioceno, Estudio impacto medio, Reacondicionamiento, Programa, Provincia Madrid.

860310. **Voladuras controladas en zonas urbanas.** HIDALGO, E., y VADILLO, L.

IGME (1985), 136 pp., esp., bibl. IGME.
* Voladura, Vibración, Onda choque, Geotécnica, Edificio.

860311. **Demoliciones y excavaciones en ciudades.** LANGA, E.

Voladuras controladas en zonas urbanas.
IGME (1985), 3-61, esp., bibl. IGME.
* Voladura, Edificio, Excavación, Vibración, Explosión.

860313. **Voladuras controladas en zonas urbanas. Instrumentación y control.** ABAD, M.

Voladuras controladas en zonas urbanas.
IGME (1985), 93-106, esp., bibl. IGME.
* Voladura, Vibración, Onda choque, Medida en el suelo, Instrumentación, Metodología.

860361. **Las vibraciones por el uso de explosivos en cielo abierto de La Matona, 30 veces por debajo de lo admitido por la legislación.** HUNOSA.

Bol. inf. HUNOSA (1985), núm. 14, esp., bibl. IGME.
* Voladura, Vibración, Onda superficie, Legislación, España.

860374. **Legislación Nacional. Distribución de competencias y organización administrativa en materia de ordenación del territorio.** GARCIA ALVAREZ, A., y MOSQUETE, T.

Estud. territoriales (1985), núm. 18, 223-277, esp., bibl. IGME.
* Planificación regional, Legislación, España.

860375. **La Escuela de Minas de Madrid.**

Cons. Sup. Colegios Ing. Minas. Madrid.
Ind. min. (1985), núm. 254, 80 pp., esp., bibl. IGME.
* Yacimientoología, Geología, Programa, Histórico, Enseñanza Superior, España.

860379. **La calidad del agua y la Comunidad Económica Europea.** MARTINEZ MUÑOZ, I., y MARTINEZ DE BASCARAN, G.

Tecnol. agua (1985), vol. 6, núm. 24, 101-110, esp., bibl. IGME.
* CEE, Protección medio ambiente, Programa, Estudio impacto medio, Legislación.

860499. **Problemas geotécnicos durante la prefabricación de plataformas off-shore.** SOLA CASADO, P. R.

Bol. inf. Lab. Carret. Geotec. (1985), núm. 168, 3-15, esp., bibl. IGME.
* Plataforma marina, Mecánica suelo, Compactación, Cementación, Asiento, Carga, Penetrometría.

860500. **Introducción del concepto de cambio lateral de facies en la deflinción de la estructura geotécnica de Madrid.** ESCARIO, V., y SALINAS, J. L.

Bol. inf. Lab. Carret. Geotec. (1985), núm. 168, 17-23, 6 ref., esp., bibl. IGME.
* Geotécnica, Mecánica suelo, Litofacies, Sedimentación detrítica, Provincia Madrid.

860501. **El comprómetro de Eggstad.**

Bol. inf. Lab. Carret. Geotec. (1985), núm. 168, 25-28, 3 ref., esp., bibl. IGME.
* Ensayo in situ, Arena, Grava, Compactación, Penetrometría, Instrumentación.

860504. **Ordenación de zonas ante riesgos de inundaciones.** NACIONES UNIDAS.

Cuad. protec. civil (1985), núm. 8, 29-31, esp., bibl. IGME.
* Crecida río, Río, Plano inundable, Planificación regional, Daño catástrofe natural, Previsión.

860505. **Plan Básico de Emergencia Nuclear (PEN). DIRECCION GENERAL DE PROTECCION CIVIL.**

Cuad. protec. civil (1985), núm. 9, 4-7, esp., bibl. IGME.
* Central nuclear, Daño catástrofe natural, Previsión, Programa, España.

860512. **La protección de la naturaleza y del medio ambiente.** MAYOL, J., y BARCELO, B.

El Campo (1985), núm. 100, 63-65, esp., bibl. IGME.
* Protección medio ambiente, Acción hombre, Estudio impacto medio, Política Estado, Baleares.

PALEONTOLOGIA DE LOS INVERTEBRADOS

860272. **Sobre dos Cassiopidae, Gastropoda del Neocomiense español.** MENNESSIER, G., y CALZADA, S.

Munibe (1985), vol. 37, 139-142, 3 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.
* Mesogastropoda, Paraglauconia, Concha, Enrollamiento concha, Sutura, Neocomiense, Provincia Castellón, Provincia Logroño.

860274. **Los ostrácodos del Coniaciense y Santoniense de la cuenca vasco-cantábrica occidental.** RODRIGUEZ LAZARO, J.

Not. paleontol. (1985), núm. 6, 4-5, esp., bibl. IGME.
* Fauna ostrácodo, Coniaciense, Santoniense, Bioestratigrafía, Taxón nuevo, Paleocología, Asociación fósil, Provincia Burgos, Provincia Alava.

860251. **Aportaciones a la paleontología del Mioceno de Tarragona. Blo y cronoestratigrafía de la sección de Casas Virgili (La Riera).** PORTA, J. de; CIVIS, J., y GONZALEZ DONOSO, J. M.

Estud. geol. (Madrid, 1985), vol. 41, núm. 1-2, 77-83, 8 ref., esp., res. ing. bibl. IGME.
* Mioceno, Sedimentación marina, Medio marino, Bioestratigrafía, Corte geológico, Fauna foraminíferos, Fauna moluscos, Provincia Tarragona.

PALEONTOLOGIA DE LOS VERTEBRADOS

860256. **Nota sobre las plumas fósiles del yacimiento cocretácico de «La Pradera-La Cabrera» en la Sierra del Montsec (Prov. de Lleida, España).** Ilerdopteryx viani, N. g. N. sp. LACASA, A.

Ilerda (1985), núm. 46, 227-238, 22 ref., esp., res. cat., fr., ing., bibl. IGME.
* Aves, Pluma, Archaeornithes, Biotipo, Cretácico inf., Caliza, Biometría, Taxón nuevo, Ilerdopteryx viani, Provincia Lérida.

860273. **Restos humanos del Wurm en Aragón.** MELENDEZ, G.

Not. paleontol. (1984), núm. 2, 9-10, esp., bibl. IGME.
* Homo sapiens, Mandíbula, Biometría, Pleistoceno reciente, Wurm, Provincia Teruel.

860482. **Iguanodóntidos, Reptilia, Ornithopoda del yacimiento del Cretácico inferior de San Cristóbal, Galve, Teruel.** SANZ, J. L.; CASANOVA, M. L., y SANTAFE, J. V.

Acta Geol. Hisp. (1984), vol. 19, núm. 3, 171-176, 11 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.
* Ornithischia, Iguanodon, Diente, Cráneo, Anatomía esqueleto, Cretácico inf., Provincia Teruel.

860522. **Traza icnológica de un Dinosaurio Iguanodónido en el Cretácico Inferior de Cornago, La Rioja, España.** SANZ, J. L.; MORATALLA, J. J., y CASANOVAS, M. L.

Estud. geol. (Madrid, 1985), vol. 41, núm. 1-2, 85-91, 21 ref., res. ing., bibl. IGME.

* Ichnites, Dinosauria, Biometría, Anatomía locomoción, Velocidad, Cretácico inf., Provincia Logroño.

860524. **Evolución de los géneros *Mimomys*, *Arvicola* y *Allophaiomys* (Arvicolidae, Rodentia, Mammalia) en el Plioceno y Pleistoceno de la Península Ibérica.** RUIZ BUSTOS, A., y SESE, C.

Estud. geol. (Madrid, 1985), vol. 41, núm. 1-2, 99-104, 16 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Arvicolidae, Rodentia, Diente, Biometría, Evolución biológica, Filogenia, Plioceno, Pleistoceno, España, Península Ibérica.

PALEOBOTANICA

860520. **Resultados palinológicos en el borde sur-occidental de la Cuenca del Duero. Abezames, Zamora.** VALLE FERNANDEZ, M. F., y SALVADOR DE LUNA, J. V.

Estud. geol. (Madrid, 1985), vol. 41, núm. 1-2, 69-75, 10 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Palinomorfo, Palinodiagrama, Análisis polínico, Polen, Espora, Vallesiense, Mioceno sup., Cuenca Duero, Provincia Zamora.

TECTONICA

860270. **Estructuras diapíricas asociadas al sinclínorio de Vizcaya.** CUEVAS, J., y TUBIA, J. M.

Munibe (1985), vol. 37, 1-4, 9 ref., esp., res. baq., ing., bibl. IGME.

* Diapiro, Sinclínorio, Control tectónico, Pliegue, Falla, Falla inversa, Keuper, Provincia Guipúzcoa.

860376. **Retazos litosféricos.** HOWELL, D. G.

Invest. Cienc. (1986), núm. 112, 42-52, esp., bibl. IGME.

* Geología-divulgación, Tectónica placas, Teoría, Histórico, Corteza oceánica, Punto caliente, Arco insular, Zona subducción, Litosfera, Litoferoclasto, Acreción, Geometría, Falla.

860519. **La fracturación del borde sur de la depresión de Granada (discusión acerca del escenario del terremoto del 25-XII-1884).** SANZ DE GALDEANO, C.

Estud. geol. (Madrid, 1985), vol. 41, núm. 1-2, 59-68, 20 ref., esp., bibl. IGME.

* Depresión, Sedimentación continental, Medio continental, Neotectónica, Mioceno, Sismotectónica, Subsistencia, Sismo, Fracturación, Provincia Granada.

HIDROGEOLOGIA

860276. **Unas sustancias de alto poder contaminante. Un peligro llamado PCB.** BORDALO, S., y DELGADO, C.

Rev. MOPU (1985), núm. 326, 38-43, esp., bibl. IGME.

* Río, Materia orgánica, Contaminación, Residuo industrial, Estudio impacto medio, Previsión.

860279. **Daimiel y las lagunas de La Mancha luchan por el agua.** BURDALO, S., y DELGADO, C.

Rev. MOPU (1985), núm. 327, 22-27, esp., bibl. IGME.

* Medio húmedo, Protección medio ambiente, Laguna, Ciénaga, Provincia Ciudad Real.

860296. **Geología y prevención de daños por inundaciones.**

IGME (1985), 421 pp., ref. disem., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Río, Crecida río, Daño catástrofe natural, Previsión.

860297. **Las avenidas como fenómeno geológico.** GARZON HEYDT, G.

IGME (1985), 5-53, 32 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Río, Crecida río, Daño catástrofe natural, Previsión, Divisoria de aguas, Plano inundable, Erosión fluvial, Proporción material erosionado, Proporción material sedimentado, Morfología fluvial, Geometría, Acción hombre.

860298. **Factores climáticos e hidrológicos en la formación de avenidas.** LLAMAS ROMERO, J. L.

IGME (1985), 55-116, 10 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Río, Crecida río, Precipitación atmosférica, Clasificación, Divisoria de aguas, Drenaje terreno, Infiltración, Permeabilidad, Hidrodinámica, Caudal río, Morfología fluvial, Geometría, Daño catástrofe natural, Previsión, Acción hombre.

860299. **Inestabilidad y erosión de laderas asociadas a riadas.** PRIETO ALCOLEA, C.

* Río, Crecida río, Estabilidad ladera, Erosión fluvial, Proporción material erosionado, Proporción material disuelto, Infiltración, Saturación, Movimiento masa, Material no coherente, Fractura, Pliegue, Litofacies, Acción hombre, Previsión.

860300. **Dinámica fluvial de La Plana de Levante (Provincias de Castellón y Valencia).** ELIZAGA, E., y LENDINEZ, A.

IGME (1985), 193-245, 18 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Crecida río, Sedimentación fluvial, Modelo, Hidrodinámica, Acción hombre, Daño catástrofe natural, Previsión, Provincia Castellón, Provincia Valencia.

860301. **Avenidas extraordinarias en el País Vasco.** PRIETO, C., y LAMAS, J. L.

IGME (1985), 247-334, 20 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Río, Crecida río, Histórico, Caudal río, Hidrología superficie, Morfología fluvial, Precipitación atmosférica, Drenaje terreno, Resistencia a la erosión, Movimiento masa, Daño catástrofe natural, Acción del hombre, Previsión, País Vasco.

860302. **Las inundaciones en Andalucía.** DURAN, J. J., y LAMAS, J. L.

IGME (1985), 335-412, 22 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Crecida río, Daño catástrofe natural, Geología regional, Divisoria de aguas, Precipitación atmosférica, Resistencia a la erosión, Caudal río, Acción del hombre, Deforestación, Andalucía.

860381. **El Agua en la Minería. Segundo Congreso Internacional. Granada, septiembre 1985.** FERNANDEZ RUBIO, R.

Esc. Téc. Sup. Ing. Minas. Cat. Hidrogeol. Madrid (1985), 2 vols., esp., bibl. IGME.

* Reunión, Mina, Cielo abierto, Agua subterránea.

860498. **Macizo kárstico de Peñas Blancas. GRUPO ESPELEOLOGICO ESPARTA.**

Arriotsa (1981), núm. 1, 67 pp., 21 ref., esp., res. baq., bibl. IGME.

* Macizo montañoso, Karst, Caliza, Urgoniense, Wealdense, Barremiense, Aptense, Sinclinal, Fractura, Lapiaz, Dolina, Caverna, Surgencia, Mapa geológico, Mapa geomorfológico, Peñas Blancas, Baracaldo, Provincia Vizcaya.

860511. **La política agraria en la Comunidad Autónoma de Baleares. Los recursos hídricos.** FAYAS, J. A.

El Campo (1985), núm. 100, 13-16, esp., bibl. IGME.

* Recursos agua, Agua subterránea, Balance agua, Infiltración, Acuífero, Superficie piezométrica, Descenso nivel de agua, Calidad agua, Baleares.

MINERALOGIA. GENERALIDADES

860368. **El microscopio horizontal.** NICOLAU, J.

Cuad. gemol. (1984), vol. 1, núm. 1, 22-23, bibl. IGME.

* Gema, Microscopio, Instrumentación, Índice refracción, Metodología.

MINERALOGIA: SILICATOS

860281. **Síntesis de zeolita tipo ZSM-5: Influencia de las variables.** COSTA, E.; UGUINA, M. A.; DE LUCAS, A., y BLANES, J.

Rev. R. Acad. Cienc. Exactas, Fis., Nat., Madrid (1985), vol. 79, núm. 1-2, 207-210, 6 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Síntesis, Zeolita, Grupo zeolita, Gel coloidal.

860487. **Obtención de curvas indicativas de refracción por el método de Fourier.** MARCOS, C.

Acta Geol. Hisp. (1984), vol. 19, núm. 3, 215-221, 11 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Turmalina, Scrof, Dravita, Elbaita, Nesosilicato, Mineralogía óptica, Índice refracción, Poder reflector, Anisotropía, Análisis armónico.

860490. **Estabilidad de beidellitas en función de su composición.** MARTIN DE VIDALES, J. L.; JIMENEZ BALLESTA, R.; CASAS, J., y HOYOS, M. A.

An. edafol. agrobiol. (1985), vol. 44, núm. 3-4, 293-311, 14 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Filossilicato, Beidellita, Solubilidad, Equilibrio, Energía libre, Método estadístico, Análisis componente principal, Representación gráfica.

MINERALOGIA: NO SILICATOS

860366. **Clasificaciones comerciales de color de los diamantes.** BOSCH FIGUEROA, J. M.

Cuad. gemol. (1984), vol. 1, núm. 1, 5-8, 9 ref., esp., bibl. IGME.

* Diamante comercial, Color, Clasificación, Nomenclatura, Fluorescencia, Gema.

860367. **Rubí y zafiro (1.ª parte).** BESTEIRO, J., y CERVERA, R.

Cuad. gemol. (1984), vol. 1, núm. 1, 13-18, esp., bibl. IGME.

* Oxido, Corindón, Gema, Rubí, Zafiro, Sistema cristalino, Propiedad física, Yacimentología, Propiedad óptica, Inclusión, Hábito.

860369. **La identificación del diamante.** GASCON, F.

Cuad. gemol. (1984), vol. 1, núm. 1, 24-33, 10 ref., esp., bibl. IGME.

* Diamante comercial, Dureza, Clivage mineral, Índice refracción, Espectro óptico, Conductividad térmica, Inclusión, Gema.

860370. **Rubí y zafiro (2.ª parte).** BESTEIRO, J., y CERVERA, R.

Cuad. gemol. (1985), vol. 2, núm. 1, 53-55, 14 ref., esp., bibl. IGME.

* Oxido, Corindón, Rubí, Zafiro, Síntesis, Metodología, Crecimiento cristalino.

860371. **«Diamond Testers» o comprobadores de diamantes.** NICOLAU, J.

Cuad. gemol. (1985), vol. 2, núm. 1, 57-58, esp., bibl. IGME.

* Diamante comercial, Conductividad térmica, Ensayo laboratorio, Metodología, Gema.

860372. **Espinelas de color azul.** GASCON, F.

Cuad. gemol. (1985), vol. 2, núm. 1, 68-72, 6 ref., esp., bibl. IGME.

* Oxido, Espinela, Gema, Espectro óptico, Impureza, Color.

860488. **Equilibrios al estado sólido entre fases de solución sólida en sistemas minerales binarios: Sistema RbBr-RbI.** REVENTOS, M. M.; CHANH, N. B., y AMIGO, J. M. *Acta Geol. Hisp.* (1984), vol. 19, núm. 3, 223-226, 10 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Diagrama equilibrio, Repartición fase, Haluro, Solución sólida, Fase sólida, Temperatura, Malla elemental, Difracción RX.

860513. **Relación entre los parámetros cristallinos de la celestina y su contenido en bario.** ARANA, R., y PEREZ SIRVENT, C.

Estud. geol. (Madrid, 1985), vol. 41, núm. 1-2, 3-9, 26 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Sulfuro, Celestina, Isomorfismo, Barita, Malla elemental, Constante reticular, Difracción RX, Zona Bética.

PETROLOGIA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

860254. **La utilidad de las arcillas.** SAA, P.

El Geólogo (1985), vol. 3, núm. 15, 29-30, 2 ref., esp., bibl. IGME.

* Arcilla industrial, Utilización sustancia.

860516. **Nuevos sondeos de investigación geológica en el área de Madrid.** CALVO SORRANDO, J. P., y GARCIA YAGUE, A.

Estud. geol. (Madrid, 1985), vol. 41, núm. 1-2, 25-31, 21 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Sondeo, Corte sondeo, Litofacies, Sedimentación continental, Progresión río, Medio fluvial, Medio lacustre, Abanicos fluviales, Evaporita, Mioceno medio, Madrid.

860517. **La depresión de Guadix-Baza.** PEÑA, J. A.

Estud. geol. (Madrid, 1985), vol. 41, núm. 1-2, 33-46, 55 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Depresión, Mioceno sup., Pleistoceno sup., Paleogeografía, Sedimentación fluvial, Medio fluvial, Sedimentación lacustre, Medio lacustre, Roca clástica, Neotectónica, Provincia Granada.

860518. **Base litoestratigráfica de las facies Buntsandstein y Muschelkalk en la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica, Zona norte.** ARRIBAS, J.

Estud. geol. (Madrid, 1985), vol. 41, núm. 1-2, 47-57, 27 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Conglomerado, Limolita, Arenisca, Marga, Dolomía, Litofacies, Estructura sedimentaria, Bundsandstein, Muschelkalk, Macizo Ibérico, Aragón.

PETROLOGIA DE ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS

860261. **Mármoles españoles.**

Marmo machine en español (1985), núm. 6, 19-55, esp., bibl. IGME.

* Mármol, Material ornamentación, Travertino, Petrografía, Composición mineralógica, Análisis químico, Propiedad física, Inventario, Navarra, Provincias Vasca, Cataluña, Región Valencia, Zona Bética, Provincia Huelva, Provincia Badajoz.

860262. **Consideraciones petrológicas y geotécnicas sobre algunas canteras de basalto de la provincia de Gerona.** VALENCIANO HORTA, A.

Marmo machine en español (1985), núm. 6, 61-67, 5 ref., esp., bibl. IGME.

* Basalto, Cantera, Material ornamentación, Propiedad física, Provincia Gerona.

860263. **La normalización de rocas ornamentales.** OBIS SANCHEZ, J.

Marmo machine en español (1985), núm. 6, 84-91, esp., bibl. IGME.

* Normalización, Material ornamentación, Granito sustancia, Mármol sustancia, Caliza sustancia, Propiedad física, España.

860507. **El vulcanismo en las Islas Canarias.** GONZALEZ GARCIA, J. L.

Cuad. protec. civil (1985), núm. 9, 13-17, 5 ref., esp., bibl. IGME.

* Manifestación volcánica, Sismo volcánico, Histórico, Geología divulgación, Canarias.

YACIMENTOLOGIA: GENERALIDADES

860484. **Geochemical exploration in the Montseny Mountains. NE Spain.** FONT, X.; VILADEVALL, M.; CASAS, A., y VAQUER, R.

Acta Geol. Hisp. (1984), vol. 19, núm. 3, 193-197, 8 ref., ing., res. esp., bibl. IGME.

* Prospección hidrogeoquímica, Red drenaje, Metal sustancia, Fluoruro, Anomalía, Granito, Pizarra, Trias, Terciario, Análisis componente principal, Cadena Costera Catalana, Provincia Barcelona, Gerona.

YACIMENTOLOGIA DE METALES

860247. **Río Tinto Minera, S. A. Una empresa en expansión.**

Cant. explot. (1985), núm. 225, 48-69, esp., bibl. IGME.

* Cobre sustancia, Oro sustancia, Plata sustancia, Pirita sustancia, Masa mineralizada, Stockwerk, Volcano sedimentario, Montera hierro, Génesis yacimiento, Reserva, Provincia Huelva.

860485. **Elements traça en esfalerites i galenes del disposit de Clerco, Pb-Zn, Alta Ribagorça, Pirineen Central.** LIESA, M., y AYORA, C.

Acta Geol. Hisp. (1984), vol. 19, núm. 3, 199-206, 26 ref., cat., res. ing., bibl. IGME.

* Plomo sustancia, Cinc sustancia, Esfalerita, Galena, Filón, Análisis elemento traza, Método estadístico, Coeficiente correlación, Control tectónico, Devónico, Pirineos, Provincias Huesca, Lérida.

SUELOS

860489. **Interacción del ácido 3,6 dicloro-2-Metoxibenzotico (Dicamba) con montmorillonita.** DIOS CANCELA, G.; NAVARRETE GUIJOSA, A., y JIMENEZ LOPEZ, A.

An. edafol. agrobiol. (1985), vol. 44, núm. 3-4, 285-292, 10 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Suelo, Suelo arcilloso, Filosilicato, Montmorillonita, Acido orgánico, Carga ión, Adsorción, Difracción RX, Espectrometría IR, Provincia Almería.

860491. **Caracterización de suelos en la Sierra del Pozo (Jaén). Sector Nor-Oeste (Zona I).** GONZALEZ PARRA, J.; LOPEZ LAFUENTE, A., y GONZALEZ HUECAS, C.

An. edafol. agrobiol. (1985), vol. 44, núm. 3-4, 313-336, 12 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Suelo, Roca madre suelo, Caliza, Dolomía, Albiense, Clima, Perfil suelo, Estructura suelo, Clasificación, pH, Carbono, Nitrógeno, Informe químico, Materia orgánica, Capacidad carga catión, Difracción RX, Provincia Jaén.

860492. **Caracterización de suelos de la Sierra del Pozo (Jaén). Sector Central (Zona II).** GONZALEZ PARRA, J.; LOPEZ LAFUENTE, A., y GONZALEZ HUECAS, C.

An. edafol. agrobiol. (1985), vol. 44, núm. 3-4, 337-355, 8 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Suelo, Roca madre suelo, Roca carbonatada, Perfil suelo, Estructura suelo, Clasificación, Difracción RX, Granulometría, pH, Capacidad carga catión, Provincia Jaén.

860493. **Reacción con el FNa de los suelos de Galicia. V. Relación con material de partida y los procesos de edafogénesis.** MACIAS, F.; GARCIA RODEJA, E., y GUITIAN, F.

An. edafol. agrobiol. (1985), vol. 44, núm. 3-4, 357-368, 20 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Suelo, Roca madre suelo, Granito, Pizarra, Arenisca, Cuarzita, Ataque químico, Fluoruro, Sodio, Clasificación, Galicia.

860497. **Origen y desarrollo de la topografía en bolsas del material original de los suelos rojos de Aljarafe (Sevilla - Sur de España).** OLMEDO PUJOL, J. L.

An. edafol. agrobiol. (1985), vol. 44, núm. 3-4, 413-425, 4 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Suelo, Suelo rojo, Meotense, Andalucense, Roca madre suelo, Caliza, Perfil suelo, Morfología, Topografía, Materia orgánica, pH, Provincia Sevilla.

GEOQUIMICA

860486. **Aplicación de criterios geoquímicos al reconocimiento de medios supersalinos en los materiales arcillosos terciarios de la Depresión Central Catalana.** INGLES URPINELL, M., y PUELLO MUR, J. J.

Acta Geol. Hisp. (1984), vol. 19, núm. 3, 207-213, 26 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Análisis elemento traza, Salinidad, Suelo, Suelo arcilloso, Lavado, Indicador geoquímico, Adsorción, Catión, Histograma, Paleosalinidad, Eoceno, Oligoceno, Cuenca Ebro, Cataluña.

860514. **Microdioritas de afinidad tolerítica en las bandas de cizalla de Segovia.** VILLASECA, C.

Estud. geol. (Madrid, 1985), vol. 41, núm. 1-2, 21 ref., esp., res. ing., bibl. IGME.

* Microdiorita, Sill, Composición tolerítica, Análisis mayores, Análisis menores, Sierra de Guadarrama, Hercínico Centro, Provincia Segovia.

FISICA DEL GLOBO

860373. **Efemérides astronómicas 1986.**

Instituto y Observatorio de la Marina. San Fernando. *Efem. Astron.* (1985), vol. 195, 459 pp., bibl. IGME.

* Astronomía, Meteorología, Previsión, Dato.

860503. **El terremoto de México. Estudio sobre las causas de la catástrofe.** GONZALEZ GARCIA, J. L.

Cuad. protec. civil (1985), núm. 8, 4-8, 4 ref., esp., bibl. IGME.

* Sismo, Daño catástrofe natural, Riesgo sísmico, Previsión, Méjico, España.

860506. **Informe preliminar sobre el desastre de Colombia.** FUSTER, J. M., y CENDRERO, A.

Cuad. protec. civil (1985), núm. 9, 8-11, esp., bibl. IGME.

* Manifestación volcánica, Colada barro, Daño catástrofe natural, Erupción, Lluvia cenizas, Glaciar, Fusión, Avalancha nieve, Serie sismos, Colombia.

ENERGIA

860257. **Criterios económicos de evaluación de reservas en una mina de carbón.** KARBOWNIK, A.

Ind. min. (1985), núm. 253, 15-28, 5 ref., esp., bibl. IGME.

* Mina, Reserva, Evaluación yacimiento, Carbón, Mode-

lo matemático, Programa ordenador, Planificación, Explotación, Producción, Coste.

860472. Asturias en la industrialización española, 1833-1907. OJEDA, G.

Siglo XXI, Madrid (1985), 472 pp., esp., bibl. IGME.

* Carbón, Histórico, Dato, Producción, Exportación, Consumo, Asturias.

860508. Datos comparativos de la minería del carbón. CARBUNION.

Datos comp. min. carbón (1985), núm. 5-8, 18 pp., esp., bibl. IGME.

* Carbón, Producción, Utilización sustancia, Provincias León, Palencia, Teruel, Asturias.

ECONOMIA MINERA

860260. El mármol de Macael. CUETO ESPINAR, J. M. *Marmo machine en español* (1984), vol. 1, núm. 2, 91-105, esp., bibl. IGME.

* Mármol sustancia, Utilización sustancia, Producción, Sociedad, Inventario, Provincia Almería.

860502. Situación actual de la minería en España. PLA, F.

Cant. explot. (1986), núm. 227, 25-35, esp., bibl. IGME.

* Panorama minero, Producción, Valor producción, Valor importación, Valor exportación, Precio, Metal sustancia, Sustancia no metálica, Carbón, 1978-1984, España.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23 - 28003 Madrid