

II / 0.2.1

1801364  
1801364  
1801362

BOLETÍN  
DEL  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

BOLETÍN  
DEL  
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO  
DE  
ESPAÑA

TOMO LXI  
1948

MADRID  
TIP.-LIT. COULLAUT  
MANTUANO, 49  
1948



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

# **CORALARIOS DEVONIANOS DEL SAHARA ESPAÑOL**

POR

**PRIMITIVO HERNANDEZ SAMPELAYO**  
INGENIERO DE MINAS

## INDICE

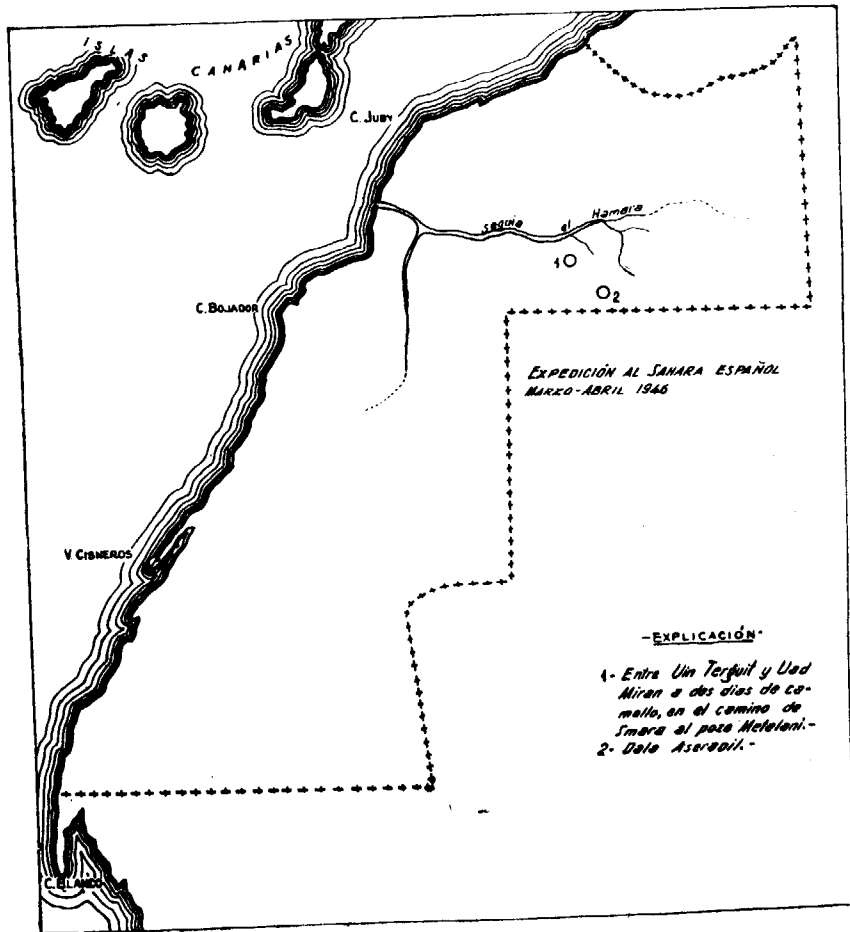
	<u>Páginas</u>
uis de la situación de los yacimientos .....	3
de las especies (Zittel-Eastman) .....	5
pación de las especies .....	9
rentidos .....	10
inulosa .....	12
fordana .....	13
ophyllum-Schizophyllum .....	14
ophyllum af. isactis .....	15
oinophyllum cf. multiseptatum .....	17
ophyllum acanthicum .....	17
hyma af. marginata .....	18
phyllum vesiculosum .....	19
sites forbesi .....	21
stata .....	21
hyllum caespitosum .....	22
ophyllum ceratites .....	23
ularia goldfussi .....	25
atopora constellata .....	27
dictyum problematicum .....	28
pleurodictyum .....	29
ola sandalina .....	30
ios evolutivos .....	34
ibución al conocimiento de las mutaciones .....	40
grafía .....	45

# CORALARIOS DEVONIANOS DEL SAHARA ESPAÑOL

POR

PRIMITIVO HERNANDEZ SAMPELAYO

## CROQUIS DEL SAHARA ESPAÑOL



Fueron entregados, con el croquis, en nuestro Laboratorio de Paleontología, éstos y otros fósiles devonianos, todos sueltos, por los ingenieros Sres. de Lizáur, La Viña e Inza. Su estudio nos ha conducido a unas 22 especies, las cuales, según el orden de Zittel (Eastman), modificado por Wedekind, son las siguientes (1):

1. *Zaphrentis roemeri*, Edwards-Haime.
2. — *spinulosa*, Edwards-Haime.
3. — *aff. clifordana*, Edwards-Haime.
4. *Loipophyllum*, sp.
5. *Schizophyllum*, sp.
6. *Grypophyllum* *aff. isactis*, Frech.
7. *Leptoinophyllum* *cf. multiseptatum*, Wedekind.
8. *Schizophyllum acanthicum*, Frech.
9. *Omphyma* *aff. marginata*, Wedekind.
10. *Cystiphyllum vesiculosum*, Goldfuss.
11. *Favosites forbesi*, Edwards-Haime.
12. — *crystata*, Edwards-Haime.
13. *Dysphyllum* (*Phacellophyllum*) *caespitosum*, Goldfuss.
14. *Macgeea solitaria*, Hall-Whitfield.
15. *Cyathophyllum* (*Pseudoptenophyllum*) *ceratites*, Gold.
16. *Acervularia goldfussi*, Vern.-Haime.
17. *Stromatopora constellata*, Hall.
18. *Pleurodictyum problematicum*, Goldfuss.
19. — *cf. selcanum*, Giebel.
20. — sp.
21. *Calceola sandalina*, Linneo.

(1) Lista presentada en el C. A. E. P. C. San Sebastián, 1947.

Aunque en varias de ellas hagamos observaciones que sean peculiares de las agrupaciones formadas, como la dominante disposición infundibuliforme de las tábulas y la foliabilidad de los septas centrales en los paleozoantaria del Mesodevoniano, el interés primordial de su estudio está en su fina colocación estratigráfica. Para ponernos en camino de lograrlo volvemos, en nuestro estudio, a la ordenación sistemática evolutiva de Wedekind, Kettnerová y Frech.

La escala, en líneas generales, se nos acusa así:

- 1.º Parte inferior, Heldelbergense, con el *Pleurodictyum*, tres especies; Gediense-Emsiense.
- 2.º Dominio del Coblenciense, *Spirifer arduenensis* y mucha fauna, con minerales de hierro; Sigeniense-Emsiense (Bélgica-Asselberghs).
- 3.º *Rugosa* y abundantes ejemplares del Eifeliense-Give-tiense y, por fin, coralarios y braquiópodos, que podrían ser, genéricamente al menos, atribuibles al Suprasedoniano y a los límites del Dinantiense.

Los yacimientos paleontológicos van marcados en las láminas.

La propuesta de una columna estratigráfica completa, sin referencias precisas en la sucesión de los niveles, sólo con el apoyo biológico de transformación, tiene sus dificultades y riesgos.

El origen de estos obstáculos está, sin duda, en que la mayoría de los ejemplares han sido tomados fuera de sus jacillas. La abundancia de fósiles y su buena conservación se relacionan con la primera exploración científica que se realiza, sobre esta comarca, de índices meteóricos limita-

dos y gran desgaste eólico, que tan exquisitamente revela detalles y estructuras.

Ejemplo lo tenemos en las menas de mineral de hierro estratificado, del mismo nivel faunístico que las de Llumeres, en Asturias, y en las cuales, cuando ha sido pequeño su ataque meteórico, escasa humedad y oxidación, es frecuente el hierro en forma ferrosa, origen, en los cordones litorales, de estos criaderos singenéticos. Los homotáxicos, en Asturias y León, son fundamento casi seguro de una gran riqueza siderúrgica, y fueron estudiados, hace años, por una comisión de Artilleros e Ingenieros de Minas; por deficiencias del método siderúrgico que se sometía a crítica, se suspendieron las especulaciones, hoy reanudadas.

Enlazadas las consecuencias geológicas que obtengan los Ingenieros de Minas a los estudios de los profesores Sres. Hernández-Pacheco, Alía y Srta. Mellado, se llegará a formular la escalilla de estratos, sobre la cual se pueda discriminar la serie cronológica y sus relaciones con los minerales cloritoso-carbonatado-oolíticos, si en estas zonas de Africa llegasen a la categoría de menas buenas.

Tengo presente en estas líneas, a don José Revilla, eficaz colaborador nuestro en el Museo y Laboratorio de este Instituto.

AGRUPACION DE LAS ESPECIES SEGUN LAS  
CLASIFICACIONES ANTIGUAS, HASTA ZITTEL, 1927  
(Adaptación del profesor Eastman)

Se agrupa la subclase de los tetracolaria en cinco familias, que son:

- Familia 1.<sup>a</sup>—*Cyathaxonidae*, Milne Edwards and Haime.  
— 2.<sup>a</sup>—*Palaecyclidae*, Dybowski.  
— 3.<sup>a</sup>—*Zaphrentidae*, Milne Edwards and Haime.  
— 4.<sup>a</sup>—*Cyathophyllidae*, Milne Edwards and Haime.  
— 5.<sup>a</sup>—*Cystiphyllidae*, Milne Edwards and Haime.

En las cuales se incluyen todos los septacorales, Tetracoralia de Wedekind.

Las especies del Sahara que, entre los fósiles que estudiamos hemos visto representadas, pertenecen a:

- Familia 3.<sup>a</sup> *Zaphrentidae*.  
— 4.<sup>a</sup> *Cyathophyllidae*, y  
— 5.<sup>a</sup> *Cystiphyllidae*.

Que son también las más frecuentes entre estas agrupaciones de anthozoarios, con septas y tábulas, que fueron llamadas, tan propiamente, Rugosa, por Milne Edwards, y Ptecorallia, por el maestro Frech.

### Especies de Zaphrentidos

Todos los ejemplares que hemos considerado y publicamos son, conforme a los caracteres de su familia, corales simples, turbinados, cónicos o cilíndricos, con numerosos septas y exhibiendo, en su arreglo y ordenación de tabiques, una simetría francamente bilateral, señal de la mayor modernidad en su clase. Según Wedekind cálices formados con frecuencia por la fusión de los extremos de los tabiques.

Tábulas bien desarrolladas y puentecillos o barritas de los septas (dissepiments) divisionales, no muy abundantes. Las especies que damos, son las siguientes:

*Zaphrentis roemeri*, E.-H. (1); Leuted (Sahara).

*Zaphrentis roemeri*, E.-H.; Smara.

*Zaphrentis spinulosa*, E.-H.; Leuted (Sahara).

*Zaphrentis* aff. *clifordana*, E.-H.; Leuted (Sahara).

El *Zaphrentis roemeri*, de Milne Edwards-Haime, propuesto por estos eminentes especialistas en corales el 1851, fué repetido por Hall, en 1833 y 1887, con la misma especificación y, por fin, con interrogación, por Weller en 1903, desde el que ya no ha vuelto a proponerse modificación alguna, ni sinonímica.

La fig. 1 ( lám. I), corresponde al ejemplar más representativo de coralito sencillo y cónico, encurvado cerca del vértice, ensanchando hasta el cáliz. La epiteca suele estar anillada por constricciones finas, pero bien marcadas sobre la muralla, constituída por las trazas exter-

(1) Milne Edwards and Haime.

nas de los tabiques septales en forma de cuña, debido a su bifurcación externa, según se aprecia bien en la figura.

Según el grado de alteración y desgaste de la epiteca, se aprecian peor o mejor los gruesos estriados septales hacia el exterior, paralelos aparentemente, pero ofreciendo, a veces, la disposición angular en las trazas correspondientes a los septas cruciales de los lados (*streptelasma*).

Nuestros ejemplares no ofrecen gemación.

La teca se forma por la fusión de los bordes internos septales.

El cáliz es con frecuencia irregular, con inclinación y profundidad relacionados con su génesis. Los tabiques septales serán en número de 50 a 60 en la corona, la cual tendrá un diámetro, en nuestros ejemplares, de 1,5 a 3 centímetros; fósula muy distinta, como puede apreciarse en las fots. 1 a 3. Es bastante frecuente confundir esta especie *Z. roemeri*, E.-H., típica de zafrentis, con los estados de *streptelasma*, acusados con frecuencia al perder la epiteca los ejemplares de bien marcados septas primarios laterales y al encontrarse en ángulo, sus trazas sobre el conoide, con los septas longitudinales secundarios del hemiciclo opuesto a la fósula.

El segundo estado de evolución de los zafrentis, es el de dos zonas, con septas alternados, largos y cortos, avisando, por no llegar al centro del cáliz, la existencia de tábulas planas y constituyendo así el género *caninia* con fósula entre septas pequeños, paralelos y opuestos al principal. La muralla, en su borde y a lo largo, ofrece constitución vesicular. El cáliz, con fondos de tábulas convexas, suele desplazarse hacia el borde de la fósula, que marca así a modo de surco el hundimiento de los pisos. Borde vesiculoso y desplazamiento del cáliz hacia el bucle, en el límite bajo del corte, hacia el lado cóncavo (fig. 3).

Estos *Zaphrentis* aislados, se suponen correspondientes a la serie devoniana superior, entrando en el Carbonífero. Atribuídos en Norte América del Helderberg al Oriskany (Coblenciense).

Entre los ejemplares de esta especie hay tres llamativos por su tamaño, de 8 a 10 centímetros de largo y hasta 5 y 6 de diámetro en la corona, muy encurvados y con disposición angulada, de streptelasma en sus septas laterales, pero iniciada casi al final del políperito, en el cono de la base. Las líneas de estrangulación epitecal son muy variables y, en algún caso, casi nulas. La fósula y hundimiento del cáliz son bastante marcados y el borde de la muralla es algo vesicular. Quizá mereciesen la expresión de una variedad.

**Z. spinulosa**, E. H.  
(Fig. 4, lám. I)

Polípero turbinado bastante alargado, encurvado, con algunos boceles y líneas de constricción que diferencian trozos de la colonia contorneada. La epiteca es delgada y ofrece pequeñas puntas cónicas y algo espiniformes en las partes próximas a la base aguda. Cáliz circular poco profundo, con tendencia abultada y hasta desbordante en los septas, algo cuneiformes, los cuales, en la corona, van desde el borde de la muralla al hundimiento fosulado interior, enlazado con el bucle del tabique principal.

Tendrá unos treinta tabiques hasta el centro y otros, no muy regularmente intercalados, en alternancia, más cortos y delgados. Diámetro del cáliz, unos dos centímetros. Largo unos seis centímetros. El ejemplar especí-

fico de E. H. correspondía al Chester y Kaskasia, del Carbonífero de Illinois.

Este *Zaphrentis* por la alternancia de sus septas, longitud y hundimiento circular del centro, parece dispuesto a la evolución bizonal de Wedekind.

**Zaphrentis clifordana**, E.-H.  
(Lám. I, figs. 5, 6, 7, 8 y 9)

Polípero encurvado en cuernecillo ancho y corto, sin boceles ni restricciones, aunque sí con líneas de curvas paralelas según secciones ortogonales del conífero. Cáliz circular no muy profundo, fósula septal bien marcada y prolongada en profundidad por una fisura meridiana que acusa, al exterior convexo, el ángulo penado de los septas de las dos semicircunferencias marcadas en la corona por los tabiques primarios principales; esta colocación angular, aunque frontal en nuestro ejemplar, marca el estado de streptelasma, frecuente en los *Zaphrentidos* de fase primaria.

En nuestros ejemplares, la epiteca, muy delgada, se deja desbordar por los septas en corona concéntrica, señalándose en ese declive, hacia fuera, una especie de muralla con tejido vesiculoso intercalado entre los septas algo cuneiformes (fig. 7).

Quizá el conjunto haga recordar la evolución en dos zonas de los *Clisiophyllum*, aspecto que trataremos en la teoría genética de estos corales al estudiar la *Rugosa* de Arnao:

- a. Desborde Cystsphyllido.
- b. Cáliz.
- c. Aspecto streptelasma.

ASPECTOS DE *Loipophyllum*, sp. (*Stringophyllum*)  
(Lám. II, figs. 1-2)

Wedekind. — Pág. 53, lám. 7, fig. 11; lám. 8, figs. 27-29.

y *Schizophyllum*  
(Lám. II, figs. 3-4)

Wedekind. — Pág. 53, lám. 8, fig. 14. III.

En las épocas medias del Gotlandiense, según Wedekind, se producen desarrollos individuales, de dos zonas, con tendencia a septas foliáceos, estado que se logra siempre, en mayor o menor proporción, al llegar al período devoniano.

Un caso característico lo constituyen los *Spongo-Stringophyllos*, distinguidos por sus pisos en embudo y zonas laterales, en la muralla de vesículas bordales. (Wedekind, lámina V, figuras 9 a y 9 b.)

Los pisos ocasionales van ofreciéndose en masa al fin del embudo y por fin, en la época superior, las zonas bordales son cortadas por los septas foliáceos desbordantes desde la corona hacia la muralla, un corte meridiano de la cual llega a ofrecer, como en uno de nuestros casos, franjas cuadrículadas con curvaturas de las secciones tabulares hacia fuera, es decir, en sentido contrario a las generatrices de las coníferas que rellenan la caja visceral. Parece una mutación por el hundimiento de las tábulas cónicas.

Los *Spongophyllos* se pueden caracterizar como septales foliáceos, con pisos en embudos sencillos y limitados al centro del polípero, de modo confuso, por la zona vesiculosa bordal. Aparecidos primero en praderas, se van ofreciendo en individuos aislados a medida que entramos

en el Devoniano, donde con frecuencia existen en todos los horizontes.

Al evolucionar los pisos vesicularmente, pasan estos *Spongophyllos*, con los extremos de los septas interiores arrollados, al estado de *Loipophyllum*, ejemplar que ofrecemos, en el cual crecen los septas de primer orden por intermedio de la zona de vesículas bordales, faltando los septas de segundo orden, los que aparecen en el Devoniano como progreso bajo forma de espinas septales.

La derivación es hacia el *Neospongophyllum*, mientras que los *Loipophyllum*, sin zona vesicular bordal, se enlazan con los *Stringophyllum* (Wedekind, lám. 8, fig. 13); ambos grupos muy extendidos en el Eifeliense.

Ya al entrar en el Devoniano superior, o mejor parte alta del medio, se transforman las espinas septales de la zona vesicular bordal y forman una parrilla al cortarse los tabiques, pasando del *Stringophyllum* al *Neostingophyllum*, que se distingue del primero en que también los septas de segundo orden han llegado a ser septas foliáceos.

Este *filum* se va dibujando en el tronco filogenético hacia los *Paleozoantharia* superiores.

El *Loipophyllum*, que damos con fotografía, sección meridiana y escala, lo detallaremos al concretar más adelante la especie nueva.

*Grypophyllum* af. *isactis*, FRECH.  
(Lám. II, figs. 5-6)

Corresponde esta especie, como las anteriores (*Loipophyllum*, sp.) y siguientes (*Leptoiniphyllum*, sp., y *Schizophyllum*, sp.); a la rama genética de los *Rugosa* del mesodevoniano, citados por Wedekind en sus nuevos



estudios acerca de los *Paleozoantharia*, y a la familia *Pacellophyllidae*, de Kettnerová.

La forma externa es cilindroide y, al final, cónica alargada con epiteca fina, pero bien señalada por líneas de crecimiento y restricción bastante marcadas que estrangulan, sólo en la muralla, los nuevos arranques del poliperito, el cual ofrece absoluta continuidad en su cavidad endotecal.

La longitud es de 9 centímetros y el diámetro bordal 2,5 a 3 cm. Cáliz infundibuliforme, de paredes muy inclinadas.

La superficie, más bien suave, ofrece líneas de crecimiento de los septas, sin diferenciación angular externa. No suele presentar colonia. El sistema septal contiene unos 30 tabiques de primer ciclo externo, gruesos en su apoyo a la muralla y delgados y hasta foliáceos al interior, que sujetan el tejido vesicular atravesado de uno a otro tabique principal. Los septas secundarios se intercalan desde un círculo interior, son muy delgados y avanzan hasta el centro; entre todos los septas, pero particularmente de uno a otro de los foliáceos internos, se ofrecen pequeñas espinas septales y enganches o enlaces (dissepiments) que van asegurándoles hasta soldarles en disposición más o menos encorvada hacia abajo, y ya mediada la cavidad las tábulas se marcan en conos por fusión de los septas delgados, hasta la parte maciza que recuerda la base ontogénica primaria, en forma de cono sencillo hendido por los septas. Solamente hacia el centro de la cavidad visceral se ofrece alguna desintegración tabical con unión de enganches óseos. Hacia la parte final se conserva la disposición infundibuliforme de los conos.

**Leptoinophyllum** cf. **multiseptatum**, WEDEKIND  
(Lám. III, figs. 1-6)

Wedekind.—Pág. 49, lám. VII, fig. 20.

Kettnerová.—Pág. 85, figs. 23 y 24.

Forma algo cónica. Septas bordales y líneas de crecimiento y cinguladas muy arrugadas, dando un aspecto áspero a la epiteca.

En la corona 80 septas; los secundarios no alcanzan la muralla. Más frecuentes los enlaces óseos entre los septas foliáceos, pero los principales aumentan su forma de cuña por el tejido vesicular interpuesto de uno a otro septa. Los tabulados internos se disponen de modo infundibuliforme, tan arreglados a veces que recuerdan el esquema de los *Spongophyllus*. Las zonas vesiculares laterales llegan casi al cono final y están muy bien representadas, uniéndose a las separaciones cónicas tabuladas.

**Schizophyllum acanthicum**, FRBCH.  
(Lám. III, figs. 7-8)

Kettnerová.—Pág. 90, figs. 35 y 36. 1935.

Wedekind.—Pág. 53, figs. 14, III. 1937.

Forma cónica alargada 1 = 6 centímetros, corona 3 centímetros. Cáliz en copa aguda y profunda, forma que se repite, por el enlace de enganches calizos de septas y tábulas, casi hasta el fin del cono. Las zonas vesiculares, desde el círculo bordal hasta el vértice del cono, son amplias y bien señaladas. Es de notar cómo se proyectan confundidos los septas internos foliáceos con los tabulados suaves, que no son acuñados, pues las disposiciones infun-

dibuliformes resultan por la unión con enganches (dissepiments) de septas y tablas cóncavas.

Noventa o más septas en la corona, seguidos en haces de líneas, rotos a veces y recompuestos por enganches calizos.

Con estas formas sólo empezamos la agrupación de ejemplares, que se ofrecen como muy variados al prepararlos para el estudio, que intentaremos en detalle, al reunir el material en una primera clasificación.

Como ejemplo, citaremos algunas formas de poliperitos aislados que entre los dos ciclos de septas (primarios y secundarios) concéntricos, tienen un anillo de tejido laminar vesicular; las suponemos atribuibles al género *Lytophyllum* (*Atelophyllum*), Wedekind.

***Omphyma* af. *marginata*, WEDEKIND**  
(Lám. III, fig. 9)

Leuted (Sahara). *Zoantharia rugosa*.—Lámina 18, figuras 2-3 y 5-6. Wedekind.

En el grupo de la *Omphyma marginata*, Wedekind, sólo tenemos figurado un buen ejemplar. Este polípero, semejante a grueso y largo punzón, parece asegurar la tendencia al descenso stratigráfico en el Devoniano, pues con frecuencia arraiga el grupo en el Valentiniense. La epiteca es delgada, pero muy rugosa. Los septas cuneiformes forman las costillas externas de la muralla; son unos 80 en la corona, mientras en su parte bordal y externa están constituidas por tejido vesiculoso. La longitud de nuestro *Omphyma* (fig. 9) es de 140 milímetros de largo por 28 milímetros de diámetro en la corona.

Según los autores franceses, se ha incluido en el grupo de los *Cyathophylloides*, con sus tábulas en la parte central

y el tejido vesiculoso periférico, poco desarrollado, como alteración del desdoblamiento de sus pisos y septas en su parte más gruesa. No distinguimos bien los tabiques principales; el número total será de unos 80, adelgazándose mucho los septas en el cono de la base, pero sin perder su carácter vesicular en la parte externa del listón.

Parece establecer un paso hacia los zaphrentoides con su pequeña fósula, pero marca dos zonas en su evolución por tábulas planas y tabiques con púas o espinas y vesiculosidad en bordes y porción periférica, mientras que hacia el interior son foliáceos sus septas, es decir, caracteres de enlace de los *Cystiphyllum* (septas vesiculares espinosas) y septas en púa, también con tejido vesicular (*Hedstroemophyllum*). Es frecuente que el polípero de este género esté escalonado, por proliferación axial de rejuvenecimiento, en discos delgados sucesivos.

Algunos de los ejemplares, por la prolongación central y foliácea de los septas hasta el centro del cáliz, parecen recordar a los *Kodonophyllum*, pero carecemos de material suficiente para entrar en este análisis.

***Cystiphyllum vesiculosum*, GOLDFUSS**  
(Lám. IV, figs. 1-2)

«Palaeontographycal» (1850-54). H. Milne Edwards y Jules Haime.—Tomo I, pág. 243, lám. 56, fig. 1. Wedekind.—Págs. 36, 42, 46, 52 v 57; lám. 5, l. VII, 1; lám. 6, l. 4; lámina 7, l. 1.

El polípero figurado es un coral simple de 6 centímetros de largo, ligeramente arqueado, por 3 de diámetro en su corona. Tiene epiteca bastante fuerte, con tábulas más bien cóncavas y hasta con tendencia cónica infundibuliforme. Poco señalados los septas al exterior y, en gene-

ral, algo ofuscados por las repetidas líneas de constricción que, en la porción cóncava del poliperito, llegan a ofrecer unidas las líneas que oprimen tan repetidamente al pólipo (fots. 1 y 2, lám. IV).

El cáliz es más bien profundo. El tejido vesicular es abundante, pero sus ampollas son desiguales en tamaño; las mayores son las que ocupan la cavidad visceral. Milne Edwards y Haime, citan un *Cystiphyllum* de 30 centímetros de largo por unos 5 de diámetro. Son ejemplares frecuentes en todo el Devoniano del mundo.

Hacia el cono, la masa vesiculosa se hace más compacta, y ya macizos por sus enganches calizos, se encajan uno en otro los tabulae, siempre unidos a las zonas laterales y bordales.

Los *Cystiphyllum* marcan, en el Devoniano, una evolución terminal respecto a la destrucción de textura del *Pholidophyllum*, dentro del sistema de las dos zonas. Los pisos horizontales se van deprimiendo y en sus porciones bordales evolucionan en vesículas, sin cambiar las espinas septales; al final de la transformación vesiculosa se ha formado el *Cystiphyllum*, que ya no puede alinearse como coral de dos zonas.

Una deformación lateral exagerada produce el *Skoliophyllum*, al desplazarse hacia un lado los anillos de crecimiento como una pila de monedas (Wedekind), con lo que el polípero aparece aplanado.

**Favosites forbesi**, E.-H.

(Lám. IV, figs. 3-4)

«British fossils corals».—Pág. 258, lám. LX, fig. 4. Infradevónico.

Coral hemisférico, con placa basal común al coralario que representa una epiteca arrugada.

Cálices de igual tamaño arreglados en series regulares que forman exágonos cada lámina, de cuyos prismas (muralla) presenta tres series de poros más o menos ordenados. Un milímetro aproximadamente el diámetro de cada polígono.

**Favosites cristata**, E.-H.

(Lám. IV, figs. 5-9)

«Palaeontographycal Society».—Tomo I, pág. 260, lám. 61, figs. 3 y 4.

Coralario arborescente, ramas abiertas, cilíndricas y algo mamilosas; cálices de los poliperitos próximamente circulares, muy próximos, casi del mismo tamaño y, otras veces circulares, con borde o margen grueso; diámetro: un milímetro o poco más. Cada poliperito penetra sesgadamente en el cilindroide de la colonia, en un huequillo cónico de 1 a 2 milímetros.

Del Siluriano superior al Devoniano. Esta colonia es muy parecida al *Favosites cervicornis*.

Según Wedekind, los favositáceos proceden del *Pholidophyllum* por formación de colonias y representan una rama filogenética legítima de los *Paleozoantharia* de dos zonas, es decir, que ya no puede suponerse a los *Favositáceos* como un grupo aislado y es lo más probable que sus especies afines, no en una, sino en varias ocasiones, se

hayan derivado de los individuos solitarios, según las condiciones de vida, dando lugar a una enorme cantidad de formas.

En la evolución indicada de los *Favositácea*, desaparece por completo la masa de relleno y con vesículas bordales pueden evolucionar hacia el sistema de dos zonas.

**Dysphyllum (Phacellophyllum) caespitosum, GOLDFUSS**  
(Lám. V, figs. 1-4)

Este grupo de corales es muy típico del Mesodevónico, pero los *Campophilidos*, representantes principales, hacen su aparición solitarios y esporádicamente. La variedad *Phacellophyllum*, sinónima (Wedekind) con el *Dysphyllum* de los autores ingleses, forma láminas a modo de praderas, la zona bordal de las cuales es delgada. Los géneros *Schlüteria* y *Cyathophyllum*, se suelen enlazar en colonias más o menos macizas, facilitando esencialmente la determinación del Devoniano medio al superior.

Las formas de los *Dysphyllum (Phacellophyllum)*, recuerdan mucho a los corales análogos del Siluriano superior, distinguiéndose de ellos en que los silurianos no transforman todo el anillo en formación vesicular, sino que se reduce más bien a septas foliáceas. El horizonte de los *Dysphyllum* parece ser el mismo de los *Hadrocrinus hispaniæ*.

Encontramos perfectamente representada nuestra especie, que figuramos en dos clases de poliperitos y cortes meridiano y paralelo, y las cuales corresponden a las figuras 1-3 de la lámina XXXV y figuras 28 y 29, página 573, del concienzudo estudio «*Cyathophyllum caespitosum*, Goldfuss, and other devonian corals considered in a re-

sion of that species» (The Quarterly Journal of the Geological Society of London. Tomo 91. 1935).

Se aprecian muy bien los septas cuneiformes, arrancando los dos ciclos de las vesículas aisladas junto a la epiteca. Centro libre marcando las dos zonas, septal y tabulada, y en el corte meridiano las delgadas y verticales porciones vesiculares y los tabulae sencillos y algo convexos. El poliperito aislado, de positiva afinidad, pero no seccionado (lám. V, fig. 5), lo referimos al género *Macgeea* en su especie solitaria (Hall y Whitfield), ya tocando o entrando en el Devoniano superior.

**Cyathophyllum (Pseudoptenophyllum) ceratites, GOLDFUSS**  
(Lám. V, figs. 6-7). Leuted (Sahara).

Michelin.—Lám. 4, fig. 3.

Este género ha tenido renombre merecido en la historia paleontológica del Paleozoico, pues en la especie *Cyathophyllum caespitosum*, fundada por Goldfuss, iba implícitamente la formulación de un genetipo importante. Dicen con razón Lang y Smith, que pocos nombres aparecen más frecuentemente que las dos palabras de esta especie en la literatura de la paleontología devoniana. Sin embargo, su descripción y la de otros corales afines no han tenido éxito completo, porque hasta muy recientemente no se han definido bien como tipo del grupo (Lang, 1934), pues sus caracteres internos específicos no eran bien conocidos desde 1826, en que Goldfuss propuso la determinación original, a la que se han sumado hasta 40 distinciones isogenéricas, que ni mencionamos, por no ser momento de análisis.

El *Dysphyllum (Phacellophyllum) caespitosum*, Gold-

fuss, ha sido sinónimo con el *Cyathophyllum caespitosum* ya descrito.

El ejemplar figurado como *C. ceratites*, Goldfuss, tiene en la lám. 47, fig. 6, de Michelin, la misma figura y disposición de sus partes que el ofrecido en nuestra lámina V.

Cono de paredes pendientes, numerosos septas con desbordamiento bordal y vesículas entre los tabiques numerosos que, en cuña, se hacen foliáceos en el interior de la corona. La cámara visceral, con buen número de tablas, pasando irregularmente a las franjas vesiculosas de la muralla. Es radial la disposición de los septas principales. La epiteca delgada y carece de columnilla.

El especialista Wedekind incluye al género *Cyathophyllum* como *Pseudoptenophyllum*, en relación evolutiva con los *Phacellophyllum*.

Como comprobación de las difíciles condiciones de clasificación de los ejemplares de estos grupos, representamos la sección meridiana de uno de estos poliperitos, muy parecido al *Cyathophyllum ceratites*, Goldfuss, el cual, al ser tallado para su comprobación, muestra los septas acunados y gruesos en el borde con las vesículas intermedias que, en abundancia, se transmiten con dissepiments hacia el interior de la cámara visceral, donde los irregulares tabiques, en vez de tablas ligeramente convexas, se ofrecen como cóncavas, remotamente cónicas dentro de su carácter casi vesicular. Los caracteres y el conjunto se ajustan al género *Loipophyllum* (Wedekind), en evolución con los *Phacellophyllum* (*Disphyllum*).

***Acervularia goldfussi*, VERN.-HAIME**  
(Lám. VI, figs. 1 a 4)

Mallada.—Lámina 19, figura 5 (Devoniano). Entre Uin Targuit y Uad Chizan.

Entre los *Cyathophilidos* incluimos, de momento, el género *Acervularia*, del cual, además de las africanas, tenemos como típicas dos especies: *A. goldfussi*, del Devoniano de León (Sabero, Colle, Aleje, Las Peñotas, Valdebrato) y *A. pradoana*, del Mesodevoniano de Almadén (Chillón). Ambas perfectamente ajustadas a las descripciones y figuras de Mallada.

Este género en litigio, incluido por Zittel (Eastman) en la familia 4.<sup>a</sup> (Tetracoralia) *Cyathophyllidae*, de Milne Edwards-Haime, así como los políperos de su grupo, alcanzan la evolución de los *Palaeozoantharios* de dos a tres zonas, y de los cuales, opina Wedekind, llegan a ese estado al comenzar el tránsito en la parte alta del Devoniano. Es en el *Dibunophyllum* donde encuentra la transformación su expresión más avanzada. La tela de araña central queda entrecortada por finas espinas, extremos de septales interiores. Los *Lithostrotionidos* (lám. 4, Wedekind) despliegan también una gran variedad, formando, además, colonias macizas. En la mitad inferior de la hoja o haz de estratos del tránsito, predominan los tipos de dos zonas, pero muestran, alrededor del eje, pisos que quizá no están aún entrecruzados por los extremos septales internos. El *Lithostrotion* comprende colonias macizas, pero el *Lithostrotionella* posee una zona acusada de vesículas bordales.

En la parte superior de la rama de los *Dibunophyllos* consiguen las colonias macizas, con el *Lonsdaleia*, el estado trizonar.

La estructura aracniforme central está lograda por finos extremos septales y, al mismo tiempo, señalada, una zona de vesículas bordales.

Con el *Gorwernia* (lám. 9, fig. 12, Wedekind) se llega, en forma de praderas, al estado de tres fases con septas perfectos.

Los especialistas Lang y Smith, en su interesante estudio acerca del *Cyathophyllum caespitosum* (Quaterly Journal, 1935), al tratar de la *Acervularia*, género fundado en 1819 por Schweigger (*A. baltica*), recuerdan que Edwards, Haime y otros muchos autores, han incluido con ese nombre especies de *Prismatophyllum* y hasta *Phillipsastraea*, con epiteca débil separando los coralitos. Al tratar del género *Haplothecia*, de indudable semejanza con el nuestro, recuerdan que Frech mismo da la *A. granulosa* como *Haplothecia filata*.

Por fin, al repasar la sinonimia del género *Favastrea* (Blainville), también de singular parecido con el *Acervularia* y otros muchos *Cyathophyllum*, deduce, partiendo de la *Acervularia (Strea) baltica*, *Madrepora ananas* (Lin.) y *Cyathophyllum ananas* (Lin.), Goldfuss:

«Así llega el *Favastrea* a una absoluta sinonimia con la *Acervularia*, lo que el mismo Blainville admitió».

Desearíamos poder hacer un estudio analítico referente a las especies españolas y de Guinea.

***Stromatopora constellata*, HALL.**

(Lám. VII, figs. 1-3)

«The lower Devonian deposits of Maryland».—Ch. Schuchert, C. K. Swartz, I. Poole Maynard y B. Rowe. Lám. 27, figs. 3 y 4, 221; lám. 30, fig. 1, 221.

Los *Stromatopóricos*, seres tan enigmáticos y discutidos en sus primeras y diversas clasificaciones, se suponen como corales de tábula o mesa o *Stromatoporos* y se les atribuye un orden.

Su esqueleto se compone de un sistema de láminas calizas dispuestas paralelamente, «Laminae», separadas por espacios huecos y sostenidas por columnas. Se consideran de capa única, cuando sólo existe una lámina caliza entre dos sistemas de espacios huecos, y del tipo de dos capas, cuando cada sistema de espacios huecos está limitado, arriba y abajo, por una lámina caliza.

Este esqueleto coraloide es, pues, una estructura que se caracteriza por un desarrollo en sentido horizontal (Wedekind).

La especie a que nos referimos parece bastante bien representada y damos dos fotografías semejantes a las figuradas en la Geología de Maryland:

Una (lám. 27, fig. 3-4, Maryland) sección tangencial. Tipo B aumentada  $\times 10$ . Keiser W. Va. (1.<sup>a</sup>).

Otra (lám. XXX, fig. 1) Maryland. Vista de la superficie mostrando numerosos pequeños manchones. Formación Helderberg. Tramo Keiser, Werrlor Mountain. Allegany County (2.<sup>a</sup>).

Semejantes, hasta la identidad de las publicadas en la

geología de Maryland, y que dicen en sus sendas explicaciones:

1.<sup>a</sup> El coral tabulado es macizo, irregular o más bien de tendencia esferoidal, a juzgar por sus trozos. Compuesto de capas concéntricas y delgadas, penetradas por diminutos tubos verticales. La superficie de las capas resulta así nudosa, marcándose cada elevación con una impresión algo estrellada por los rayos o grietas que desde el botón la acompañan (fots. 1-3, lám. VII); hay espacios intermedios que marcan la apertura de diminutas celdillas, fundándose en las cuales pretendía Hall diferenciarla de la *S. concentrica* (1851), suponiendo, al fin, que una u otra fuesen variedades.

2.<sup>a</sup> Los individuos referidos a esta especie, se han agrupado por los autores del Devoniano inferior de Maryland, en tres especies: tipos *a*, *b* y *c*, diferenciándose según la curvatura de las láminas que forman los mamelones, de los cuales son los más individualizados los del tipo *b*, correspondientes a la capa Keyser, del Devoniano inferior. Nuestras fotografías son mejores, pero equiparables, de cualquier modo, para una identificación.

***Pleurodictyum problematicum*, GOLD.**

(Lám. VII, figs. 4-5, y lám. VIII, fig. 1)

Milne Edwards, Haime, M. P. F. T. P.—Pág. 210, lám. 18, figs. 3-6.

El polípero parece ofrecerse sobre una concha o sobre un cuerpo serpuliforme en *S* gruesa, aunque a veces podría suponerse la colonia libre y adherido el gusano como parásito, circunstancia dubitativa que ha contribuido a su nombre. La placa epitecal de fondo tiene fuertes pliegues concéntricos. Los políperitos, cortos y prismáticos, termi-

nando con una superficie algo convexa, están perforados por líneas de poros radiales con la colonia y se enlazan entre sí los políperitos por medio de puentecillos transversales, paralelos y rítmicamente distanciados entre sí, enlaces o enganches que deciden el nombre genérico de *red*.

Políperito de 3 a 5 milímetros de anchura, poros murales pequeños e irregulares, 20 a 28 tabiques. Diámetro de la colonia, de 3 a 6 cm. Yacimiento: Dela Aserault.

***Pleurodictyum*, sp.**

(Lám. VIII, fig. 2, b)

Mallada. — «Sinopsis». Pág. 81, lám. 13, fig. 1.

Otro de los ejemplares que damos en la fot. 26, lámina VIII, es idéntico al *Pleurodictyum*, sp., recogido por Román Rozłowski en las pizarras de la cordillera de Chacaltaya y Araca, en Bolivia, y descrito por dicho geólogo en la «Faune dévonienne de Bolivie», lámina X, figuras 3-4.

El contorno de los políperitos es redondeado y no elíptico y su número será de unos 20. Carece de tubo serpuliforme, pero desde luego parece apoyarse en epiteca discoidal. Aunque el ejemplar está bien conservado, el hecho de estar implantado y ser uno sólo, nos impide proponer, con soltura, la especie *P. rozłowski*, que la estimaríamos merecida dentro de la escasez de formas de estos extraños y enigmáticos coralarios. Se encuentra unido en la misma placa al *Sp. arduenensis* sp. aff. *roussoui*?, *Tentaculites scalaris* y *Dalmanella elegantulla*, que parecen asegurar la base del Coblenciense (Asselberghs). Desde luego, tiene bastante semejanza con los *P. amazonicum*, Katzer, y *P. petrú* (N. Y. f. Mues., 1874. Pág. 456, lám. VII, figuras 1 y 2). Ambos de Dela Aserault.

**Pleurodictyum** cf. **selcanum**, GIEBEL  
(Lám. VIII, fig. 2.<sup>a</sup>)

Pl. XL, fig. 9. Giebel.

Nuestro ejemplar (fot. 2), como el ofrecido dubitativamente por Shirley en sus faunas paleozoicas de Nueva Zelanda, se encuentra en molde. Su colonia es circular, con un diámetro de 25 milímetros, celdillas numerosas, pequeñas circunferencias de 1,5 a 3,5 ó 4 milímetros, es decir, de dimensiones casi dobles que la especie de Giebel. Los políperitos se distribuyen y unen de modo algo des-arreglado. Esto y los circulitos de las celdillas distinguen esta especie, en grupo, de las demás de las formas europeas o bolivianas. Se atribuyen en Nueva Zelanda al mismo nivel que los *Pleurodictyum* conocidos.

Ambos ejemplares de *Pleurodictyum* son del yacimiento de Leuted, Dela Aserault.

**Calceola sandalina**, LINNEO  
(Lám. VIII, figs. 3-4)

Mallada.—«Sinopsis», 1875. Pág. 78, lám. 12, figs. 1 y 2.

Buena atribución de especie, y no de Lamarck, quien desde 1799 (Lindström) venía figurando como autor.

Don Lucas Mallada, que encontró y figuró perfectamente los ejemplares de Arnao, vacila al considerarlos como coralaris (1875) y se refiere a un género de braquiópodos, aunque con descripción tan ajustada a las formas y esculturas del polípero y su complemento opercular, que se identificaría bien el fósil en cualquiera de sus variaciones.

Fué Goldfuss, en 1840, quien hizo la distinción de dos especies: *Dilatata* y *Exaltata*, pero sin sospechar los delicados caminos evolutivos que se apuntan en sus variaciones. Según Goldfuss, la condición morfológica es de poca importancia y afirma que ejemplares de las dos variedades se hallan mezcladas unas con otras, y la abundancia de transformaciones entre ambas evidencia su origen común.

Los modernos estudios de los paleontólogos alemanes, Richter, Wedekind, Frech, Lotze, etc., parecen seguir razonamientos acerca de su transformación que se van iluminando con sus estudios, conforme a lo que ocurre con los demás coralaris que, desde el misterioso fondo paleozoico, van ascendiendo hacia el Carbonífero y, a esos autores, seguiremos en sus últimos estudios.

Wedekind, en 1937, eminente profesor de la Universidad de Marburg, al estudiar los corales paleozoicos, forma un tronco filogenético de los corales con *cubierta opercular* y su evolución cronológica en el período central devoniano.

La estructura de los coralaris operculados, entre los que figura en primer término los calceolados (*calceolácea*), derivados de los *Streptelasmacea*, forman otra rama, la característica esencial de la cual consiste en ser tipo de zona única, con septas hendidos y reducidos centrifugamente, cortando la masa del coral con septas quillas y reduciendo la suya hacia el centro en septas foliáceas. En esta evolución se forma un falso anillo de ribete que va disminuyendo en el *filum* o *tronco* a medida que se asciende en la serie de estratos; el proceso alcanza su final al terminar el período antiguo, podría decirse que en el Siluriano superior.

En los corales operculados, queda de recuerdo de los



*Streptelasma*: el anillo bordal externo muy bien marcado, el círculo concéntrico de septas en cuña y el de los foliáceos, intermedios que no llegan a la cavidad central.

Los corales de cubierta están caracterizados exteriormente por ofrecer, en su polípero, uno o varios lados achatados. En el chaflán de un solo lado, tiene el polípero forma de sandalia y si son varios los lados rectos, su forma es de pirámide. Cada lado plano corresponde a una cubierta; así una sola caracteriza el tipo de sandalia o zapatilla y son cuatro las cubiertas u opérculos del tipo piramidal (Gotlandiense).

Según Wedekind, la estructura interior de los corales de cubierta encuadra, por completo, en el sistema constructivo de los corales del período central, del Gotlandiense al Mesodevónico, con particularidades dadas por la presentación del aparato opercular. El septal consiste en un anillo ribete, en rellenos bordales evolucionados, del cual arrancan septas en quilla (lám. 10, figs. 4-6, Wedekind) o conos septales (lám. 10, fig. 3, Wedekind) que, por zonas, pueden estar separados por tejido vesicular. El cáliz es muy profundo, tanto, que el tejido vesicular de la zona central llega a la atrofia completa.

El lado interior del polípero y la cubierta, están surcados por barras o listones con tendencia estrellada en conjunto. El listonado en estrella central en la cubierta, es especialmente grueso, mientras los situados lateralmente son más finos. Los listones en estrella de la cubierta y de la senda pared del polípero, se corresponden entre sí en posición, con lo que las cubiertas sólo son trozos derivados de la pared del polípero.

En los bordes de contacto de la cubierta y pared del polípero, están engrosados los listones en estrella, denticularmente. Forman en ellos una fila de dientes, que está

separada de la pared exterior por un surco o canal. Como los espesores que se forman están dirigidos en otro sentido que el propio cono septal, originan las series de dientes una capa de filas gruesas, hacia arriba, robusteciendo la pared plana. (Debe verse en dibujos.)

El opérculo tiene un contorno semicircular en el tipo zapatilla. Se origina de tal modo que sólo aumenta por superposición de laminillas, de forma semicircular. En el tipo de pirámide tiene cada cubierta contorno de tres lados y cada uno es más grueso en el centro. El crecimiento se produce hacia todos los lados, por lo que las tiras de crecimiento forman líneas concéntricas.

Por ahora prescindiremos de los tipos múltiples gotlandienses, origen filogenético, para referirnos a los calceolados del Devónico.

Barrande y Angelin, suponen que el tipo sandalino de la calceola debe aparecer en el Ordoviciense, dato curioso, pero sin gran trascendencia por los escasos encuentros de los tipos ancestrales: *Goniophyllum*, *Holophragma*, *Rhizophyllum* y *Proteropoma*.

El tipo zapatilla se presenta en el Gotlandiense con el *Holophragma* y el *Rhizophyllum*. El *Holophragma*, que ofrece en los estados de juventud la forma de zapatilla, evoluciona después hacia la forma cilíndrica (lámina 10, fig. 5, Wedk.). El hueco está casi completamente relleno con gruesos septas en quilla. Se distingue una zona central muy estrecha con pisos de espesor reforzado. El lado del polípero, que está achatado al principio, aparece, con la edad, en lóbulos. El lado abovedado está acortado. Hasta ahora no se han comprobado las cubiertas en este coral, que pertenece, sin embargo, y sin duda alguna, al tipo *Sandalina*. En el *Rhizophyllum*, que aparece simultáneamente, está sin organizar el anillo ribete. La zona cen-

tral rodeada por éste, está ocupada por tejido vesicular (cistiforo). Se ha comprobado una cubierta (lámina 10, fig. 6, Wedekind).

En las partes superiores de la época central devoniana, ha desaparecido ya el *Holophragma*. El *Rhizophyllum* ( lám. 10, figura 9, Wedekind), presenta un polípero alargado y un estrecho anillo ribete. El tejido vesicular es de vesículas gruesas ( lám. 10, fig. 9 b, Wedekind).

En el Devoniano desaparece la diversidad del período Gotlandiense. Sólo se presenta el *Calceola*, en el tipo *Sandalina*. El aparato septal consiste en conos muy unidos formados por tabiques ( lám. 10, fig. 1, Wedekind). No está desarrollado de manera manifiesta el tejido vesicular, del que carece hasta la propia zona central.

En conjunto señala, con el tronco de los corales de opérculo, la evolución cronológica del período de las dos zonas. Su presencia en el Siluriano inferior es dudosa. En el período anterior del Devoniano medio sólo existe el género *Calceola*. Al final del Devoniano medio desaparece también esta variedad, extraordinariamente numerosa y extendida en ese piso.

#### Estudios evolutivos.

Prescindimos del obligado y sentido lamento acerca de la falta de literatura y su llegada con retraso. Nuestro comentario se refiere, afortunadamente, a dos publicaciones importantes de los paleontólogos V. Richter y V. Lotze, aparecidas en el mismo año 1928 y en el mismo tomo 10 de la publicación «Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M.» (páginas 169 y 158, V. Richter y V. Lotze).

NOMENCLATURA Y REACCIONES O MUTACIONES ESPECÍFICAS, DE VON RICHTER.—Debemos advertir, que en las denominaciones de los congresos internacionales se acepta la sucesión descendente de:

Estrato de Givet.	}	Eifeliense.
Capa de <i>Stringocephalus</i> .		
<i>San. alta</i> .		
Estrato de Couvin.		
Capa con calceolas.		
<i>San. sandalina</i> .		

Advirtiendo que hay otros dos horizontes que deben tenerse en cuenta desde el punto de vista de su mutabilidad; nos referimos a las capas inferiores de *Cultrijugatus* (Arnao) y para la más alta *San. westfalica*, de Lotze, Eifeliense de Givet; pues entre las dos comprenden los estratos de las mutaciones *ancha*, Couvin, y *alta*, Givet, del piso medio (I), a que antes hemos aludido.

Para estas dos formas, que ya en 1916 se clasificaban, como de diferente mutación, es también de importancia la duración de sus características en zonas extensas y en épocas determinadas (no se sabe todavía si la alternancia de las mutaciones es simultánea en grandes zonas). Es difícil figurarse qué influencias exteriores puedan prevalecer durante mucho tiempo con tan poca dependencia entre las diversidades locales.

Lo que puede hacerse para diferenciar el genotipo del fenotipo, es continuar las líneas de variación a través de los estratos, combinando las mutaciones con el pueble, en conjunto paleontológico, del habitat y esto es lo que, con esperanza, se persigue.

(1) Es inútil advertir, pues se deduce, que comentamos, a veces, una traducción, que hacemos incompleta.

Richter piensa en cambios del estilo de estructuración que se verificaron en el plasma germinal, con sentido inmutable de herencia para largos tiempos, produciendo mutaciones en el sentido filogenético propio y esto no sólo para las formas constantes en su época (*San. sandalina* y *San. alta*), sino también para la *San. westfalica* (Lotze) y la no bien conocida mutación en las capas de *Cultrijugatus*.

Se debe advertir que, para la mejor expresión de las variaciones, se debe operar en la separación de sub-géneros y sub-especies, es decir, aceptar un avance ternario sobre la diferenciación escolástica de Linneo en géneros y especies.

Para la severización de nombres, ofrece el maestro Richter una lista crítica de sinónimos, verdadera historia preciosamente expuesta, de los estudios hechos y que deben hacerse sobre esta rama de coralarios, de la que prescindimos por no ser necesaria en nuestras deducciones.

Para analizar el comportamiento estratigráfico de las mutaciones en las diversas zonas de extensión de la *Calceola*, recoge los hechos fehacientes en los distintos yacimientos conocidos, excepto en Inglaterra donde, a su parecer, no han progresado los estudios desde 1916. Desea, metódicamente, el material de una capa, muy delgada en lo posible, para comprobar, en la pequeña diferenciación vertical, la fina estructuración, relación de núcleo y tamaño, medidas y forma del carapacho, contorno y datos angulares, etc. Estas observaciones de sus deseos las acompaña de una llamada al yacimiento de Moniello, en Asturias, y aunque hemos de intentar nuestro análisis al examinar las faunas mesodevonianas de aquella región o al estudiar la hoja geológica de Avilés, consideramos de buen orden y oportunidad, adelantar algunas manifestaciones generales respecto a los yacimientos asturianos.

Las calceolas las hemos encontrado, por lo menos, en tres niveles hasta ahora: capas de *Cultrijugatus* (dos ejemplares separados, Sarriano). Capa de *S. sandalina* (ancha) en contacto con *Stringocephalus* cf. *burtini* (sobre las calceolas), conjunto que quizá podría representar el Eifeliense en su unión de capas de Couvin y capas de Givet y, por fin, yacimiento a 40 ó 50 metros por encima de esos estratos; buena cantidad de *Calceola* (ancha) con corales de tipo *Rugosa*. Todas las calceolas, exceptuando la variación angular de su pico dentro de un mismo ejemplar, son del grupo ancho y sólo encontramos algún ejemplar agudo, pero pequeño (forma enana), en las capas más altas de calceolas; esperamos tener más ejemplares, de los distintos niveles, para intentar un análisis con las normas de Lotze (I).

De la montaña renana recogemos las investigaciones de Wedekind (1925). Los estratos de Mühlberg se convertían en equivalente del horizonte con *Sparganophyllum* (C. del Rhin); así confiesa que Richter tuvo que cambiar la calceola de Mühlberg, a pesar de sus ángulos medianos, de antecesora en sucesora de la *San. alta*. Resultado que en las orillas del Rhin, tanto en una como en otra, y por los Sres. Wedekind y Lotze, se había comprobado un ensanchamiento ulterior del polípero frente a la *San. alta*, deducido el sincronismo por la homotaxia de los estratos de *Sparganophyllum*. El nivel más alto lo acepta Richter como de *San. westfalica*.

Siguen isleos de las capas de Aquisgrán, río Maos, zona del Werme, etc. Citamos en la Montaña del Harz el

(I) Es peculiar en los yacimientos costeros asturianos la paragénesis de estos coralarios con los *Atrypidos* muy globosos, especies del Devoniano inferior y medio (Arnao, Candás).

encuentro de los esquistos con *Calceola* (Benshausen), que se comparan con las capas de *Sp. cultrijugatus* del Eifel, encontrando calceolas en tres zonas. Según el Dr. Dahmer parece que todos los ejemplares tienen ángulos muy anchos, y el comentario del Prof. Richter es: «Queda por determinar si se trata de genuinas *San. sandalina* o de la forma más antigua del Devoniano medio del estrato Eifel con *Cultrijugatus* y del de *Moniello*». Colocación bastante parecida a la nuestra de Arnao, lo cual no es extraño en capas iguales y con la sagacidad y detalle de los exámenes de Richter.

Ileos de la Montaña de Vogesan: interferencia Couvin-Givet con calceolas estrechas enlazadas con los *Stringocephalus*. Siguen: Alpes Cárnicos, Moravia, en uno de cuyos yacimientos Kegel encuentra calceolas en un horizonte sincrónico con el Givet, no obstante lo cual, era *ancha* la calceola presentada, fallando la mutación seguida a *exaltada*. Lotze (determina en 1928) en el Sauerland, una colocación más alta que la mutación Mühlberg (Eifel) de Wedekind, en la cual a la *San. alta* de Givet sucede la *Calceola (westfalica)* con ángulos secundarios, pero poco ensanchados; entrando, al parecer, en norma (?) sistemática las calceolas morávicas anchas.

En Francia queda por estudiar la *Calceola* de Cabrières de las capas hondas del Devoniano medio (Frech, 1877). Al hablar puntualmente del Norte de España (Asturias) resulta ser el cuadro de frecuencias muy diferente del de *San. sandalina* y *San. alta*, y añade: «Menos diferente es la curva de *Moniello* de la de *San. westfalica* en el estrato Givet (Lotze, 1916), y se acerca particularmente a la aun poco conocida mutación de *Cultrijugatus* del Eifel (55 a 62°)». Son puntos que señalamos como toma de posiciones para nuestra revisión de Asturias.

Siguen otros datos, poco precisos, de Asia, Ural, Indochina y Norteamérica (ejemplares altos en el Devoniano inferior).

RESUMEN DEL MOVIMIENTO ESTRATIGRÁFICO EN LAS MUTACIONES.—De las formas *más antiguas* sólo se investigaron hasta ahora las capas *Cultrijugatus* del Eifel (1916, figura 17 *d-d*) y las que suponemos del estrato Couvin de las capas *Moniello* de Asturias (pág. 179), aunque en material aun poco abundante. En las dos comarcas las variaciones de los ángulos son de 55-62° y de 45-65°.

En el estrato Couvin propiamente dicho (por ejemplo las capas con *Spirifer ostiolatus*) se encuentra en varios parajes del Eifel, una forma muy ancha, con ángulos de entre 50-80°, con mayor frecuencia en los 60-70°; *C. san. sandalina*.

En el estrato de Givet, cuya parte baja, margen derecha del Rhin, contiene, según Lotze, *San. sandalina*, sigue ascendiendo a las capas con *Dechenella verneuilli* (Eifel), así como en otro paraje de la misma orilla hacia una forma muy estrecha con ángulos de entre 35-60°, y mayor frecuencia entre los 40-50°: *C. sandalina alta*, Rud. Richter.

En la parte superior del estrato Givet del Sauerland encontró Lotze, como sucesora de la forma estrecha, *otra con expansión (moderada) secundaria* del ángulo (entre 50-75° y con mayor frecuencia entre 60 y 65°) *C. san. westfalica*, Lotze. También en el Eifel (Mühlberg, caliza de Gerolstein, pág. 176) como en Moravia, se hallan en capas de edad similar formas de *Calceolas* que, por su ajuste con la *westfalica* en su sentido morfológico y estratigráfico, no pueden por el momento dar lugar a equivocaciones.

Resumen, los actuales conocimientos pueden conside-

rarse así, ascendiendo: a una forma con ángulos medianos en la base del estrato Couvin sigue, en el estrato Couvin propiamente dicho, una extremadamente ancha (*San. sandalina*), y luego en el Givet, en lo que hoy se conoce, una extremadamente estrecha (*San. alta*), y finalmente vuelve una forma con ángulos medianos (*San. westfalica*). Las formas con ángulos medianos se sitúan al principio y al final de la duración de vida de la CALCEOLA; en el intermedio se hallan las formas extremadamente ancha y extremadamente estrecha, resultando extraño que los mayores extremos estén contiguos. Este modo de ser favorece la utilización estratigráfica de las formas muy anchas y estrecha en una zona hoy día bastante importante, y cuya extensión ha de fijarse todavía por investigaciones más detenidas. Véase en el cuadro 13 que inserta (Richter) la situación de las mutaciones de la calceola en la montaña de esquistos Rhenana, en los Vosgos, en Moravia y en España.

**Contribución al conocimiento de las mutaciones de la «Calceola sandalina», por von Franz Lotze**

Las dos distinciones de Goldfuss para la calceola, sometidas a investigación estadística por Richter, en colecciones de la montaña de Eifel, mostraron mutaciones diversas una de otra. Pareció también comprobarse que la forma ancha (*C. sandalina sandalina*), el ángulo agudo de la cual, en la espalda cambia de 60 a 65°, se limita a los terrenos bajos del Devoniano medio y, algunas veces, alcanza hasta la base del Devoniano medio-superior, mientras que la mutación alta (*C. sandalina alta*, Rud. Richter), que indica los ángulos entre 45 y 50°, solamente se encuentra en el Devoniano medio-superior.

Estas interesantes deducciones que Richter limitaba a la montaña del Eifel y que Lotze supone aplicables a comarcas asiáticas por los estudios de Frech, fueron suspendidas con sorpresa ante las investigaciones estratigráficas de Lotze, en Sauerland (Westfalia), cerca del río Werme, porque encima de las dos variaciones, *ancha* y *alta*, que venían encontrándose de la *San. san.* (Couvin), sobre las *altas* de los *Stringocephalus*, aparecía otra mutación, en la que volvía a dominar la anchura, y que ha recibido el nombre, ganado algo matemáticamente, *por mediciones*, de *Cal. san. westfalica*, que evidentemente trastorna las cuidadosas deducciones de las curvas, por ejes cartesianos, en las que funcionaban variablemente: medición del ángulo agudo; relación del largo al ancho (espalda) y su figura y número de ejemplares. Estos datos eran acompañados después por conjeturas, más o menos adecuadas y recogiendo los inevitables desacuerdos entre la rigidez numérica y una evolución que puede ser localista y determinada por los medios vitales de la zona, intervenidos, sin duda, por fuerzas de la Naturaleza, conocidas e interpretadas *a posteriori*.

Con todo el respeto y admiración que me impone el profesor Richter, quizá las mediciones debían apoyarse en los cambios angulares de la espalda, tomándose como inicial demostración del medio la amplitud próxima al vértice y su cambio muchas veces en mayor o menor abertura angular, lo cual produce perfiles cóncavos si mejora el medio (amplitud), o convexos (disminución), si ha de considerarse degenerativo por la disminución vital, expresada, verosímilmente, por dilataciones o angosturas de la superficie escapular y las curvas del contorno, aun cuando reconociendo la importancia de la relación de ancho a largo en la superficie plana. Esto explicaría que

los ejemplares agudos sean los más pequeños y domina el ensanchamiento en los mejor conservados.

Lotze encuentra en el distrito de Werme, la siguiente disposición estratigráfica:

Capa superior con <i>Stringocephalus</i> :	}	Calc. <i>San. westfalica</i> .
Calizas con <i>Sparganophyllum</i> .		
Capa media con <i>Stringocephalus</i> :	}	Calc. <i>San. alta</i> .
Areniscas superiores con <i>Newberries</i> .		
Capas intermedias de Blesseholhe.		
Capas bajas con <i>Newberries</i> .		
Capas de Grevenstein z. T.		
—		
Capa baja con <i>Stringocephalus</i> :	}	Calc. <i>San. sandalina</i> (ancha.)
Devoniano medio-bajo:		
Capas de Selscheide.		

Estas tres mutaciones, encontradas por Lotze y reconocidas por Richter, tienen tránsitos de *la ancha a la alta*, con modificación aguda en el ápice (perfil escapular convexo) y después, fenotipo a *la westfalica* por modificación del vértice agudo con ensanche, ya avanzado el polípero (perfil escapular cóncavo) hacia ángulos medios, con lo que se completan las tres mutaciones, a nuestro juicio.

Consideramos muy interesante hacer notar, que según el análisis estratigráfico del Werme, son tres los niveles de *Stringocephalus* que alternan con las tres calceolas, y esto induciría, razonablemente, al análisis detallado de estos especializados *Terebratuloides* que podrían acusar diferencias en sus medios vitales que justificasen también variaciones de condiciones biológicas respecto a las tres mutaciones de la calceola. Ya Lotze anota el hecho de que en la zona del río Werme, la repartición de la calceola en la época de los *Sparganophyllum*, haya coincidido con

un marcado cambio de facies que se extiende por todo el terreno del Sauerland. No se ve claramente, comenta el autor, la causa de este cambio de facies, pero se pudiera pensar en alteraciones de clima, aumentadas o debilitadas localmente por movimientos del fondo del mar.

En el Norte de España será muy interesante la apreciación biológica de los horizontes de *Atrypidos*.

P. H. S. (27-noviembre-47)

## BIBLIOGRAFIA

- 1840-1847. MICHELIN: «Description des polypiers fossiles de France et pays environnants».
- 1850-1854. EDWARDS, HAIME: «A monograph of the british fossils corals».
1851. EDWARDS, HAIME: «Monograph des polypiers fossiles des terrains paleozoiquea».
1875. MALLADA: «Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España».
1882. BARROIS: «Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galicie».
1887. FRECH (F.): «Die palaeozoischen Bildungen von Cabrières (Languedoc)». - Z. deutsch, géol. Ges. 39. Berlin.
1913. PROSSER, KINDLE, SWARTZ: «Maryland Geological Survey devonian».
1916. FRECH (F.): «Über die Verbreitung der Calceola. Formen in Asien».—Ibidem, 2, S. 45-46.
1923. KOZLOWSKI: «Faune dévonienne de Bolive».—Anales de Paleontologie.
1925. WEDEKIND (R.): «Das Mitteldevon der Eifel». - Achriften Ges. Beforderung gees. Natur, 14. Marbug.
1927. ZITTEL: «Text.-Brook of Paleontology».
1927. WEDEKIND (R.): «Die zoantharia rugosa von gotland (bess. nordgotland)».
1928. RICHTER (Rud): «Fortschrite in der Kenntnis de Calceola Mutation».—Senckenbergiana, 10, p. 169. Frankfurt.
1928. LOTZE (F.): «Beitrag zur Kenntnis der Mutatinen von Calceola sandalina (L.)». - Senckenbergiana, 10, p. 158-159. Frankfurt. a. M.
1932. KETTNEROVÁ: «Paleontological studies of the devonian of celechovice (Moravia) part IV rugosa».
1935. LANG, SMITH: «Cyathophyllum caespitosum Goldfuss, and other devonian coralsconsidered in a revision of that species».—The Quarterly Journal of the Geological Society of London. Volume 91.
1938. SHIRLEY: «The fauna of the baton river beds (devonian) New Zealand».—The Quarterly Journal of the Geological Society of London. Volume 94.

LAMINA I

Fig. 1.—*Zaphrentis roemeri*, Edw.-Haime; Leuted.

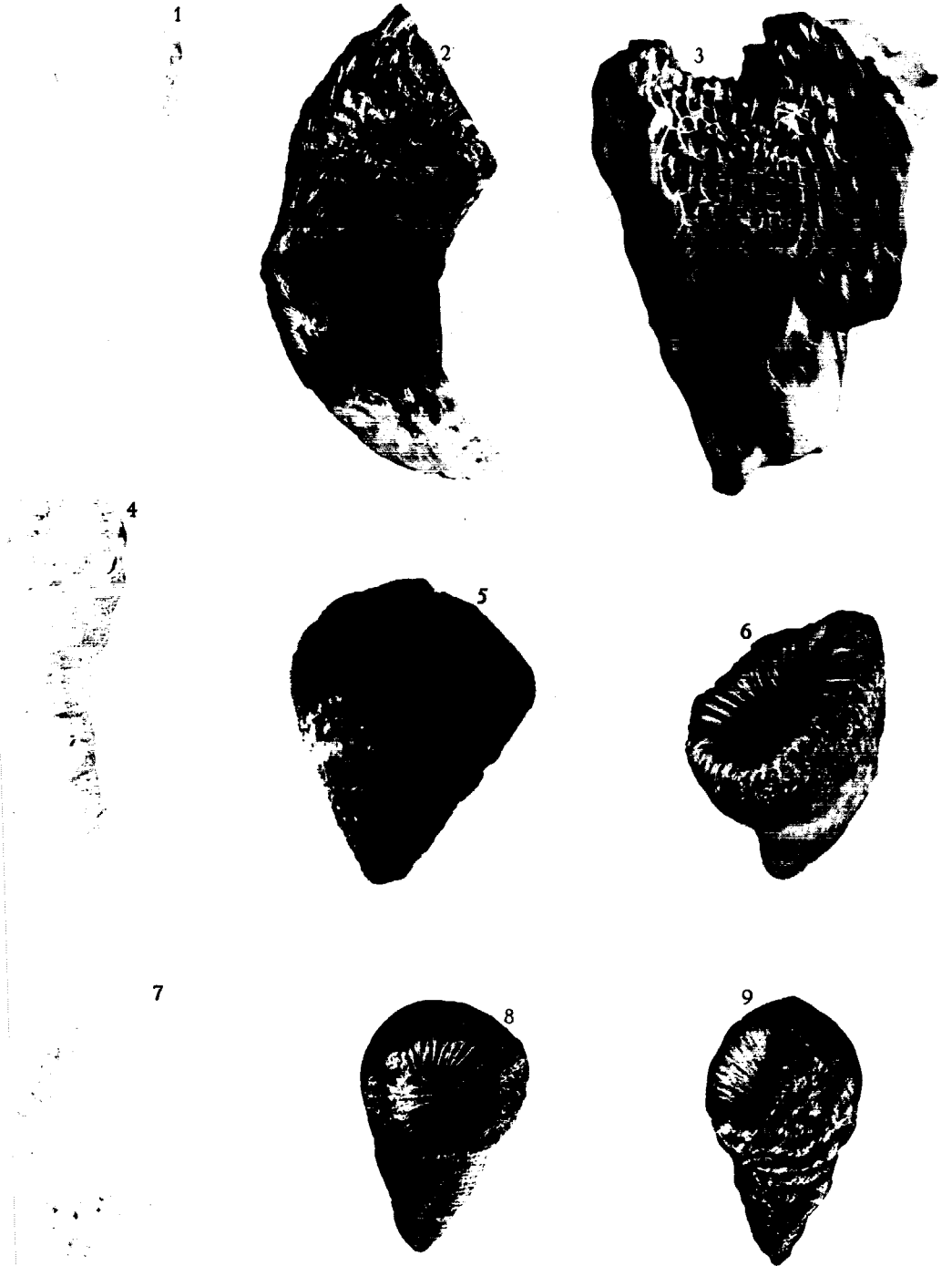
Fig. 2.—Otro ejemplar de la misma procedencia, en sección longitudinal.

Fig. 3.—*Zaphrentis roemeri*, Edw.-Haime; Smara,  $\times 1,5$ .

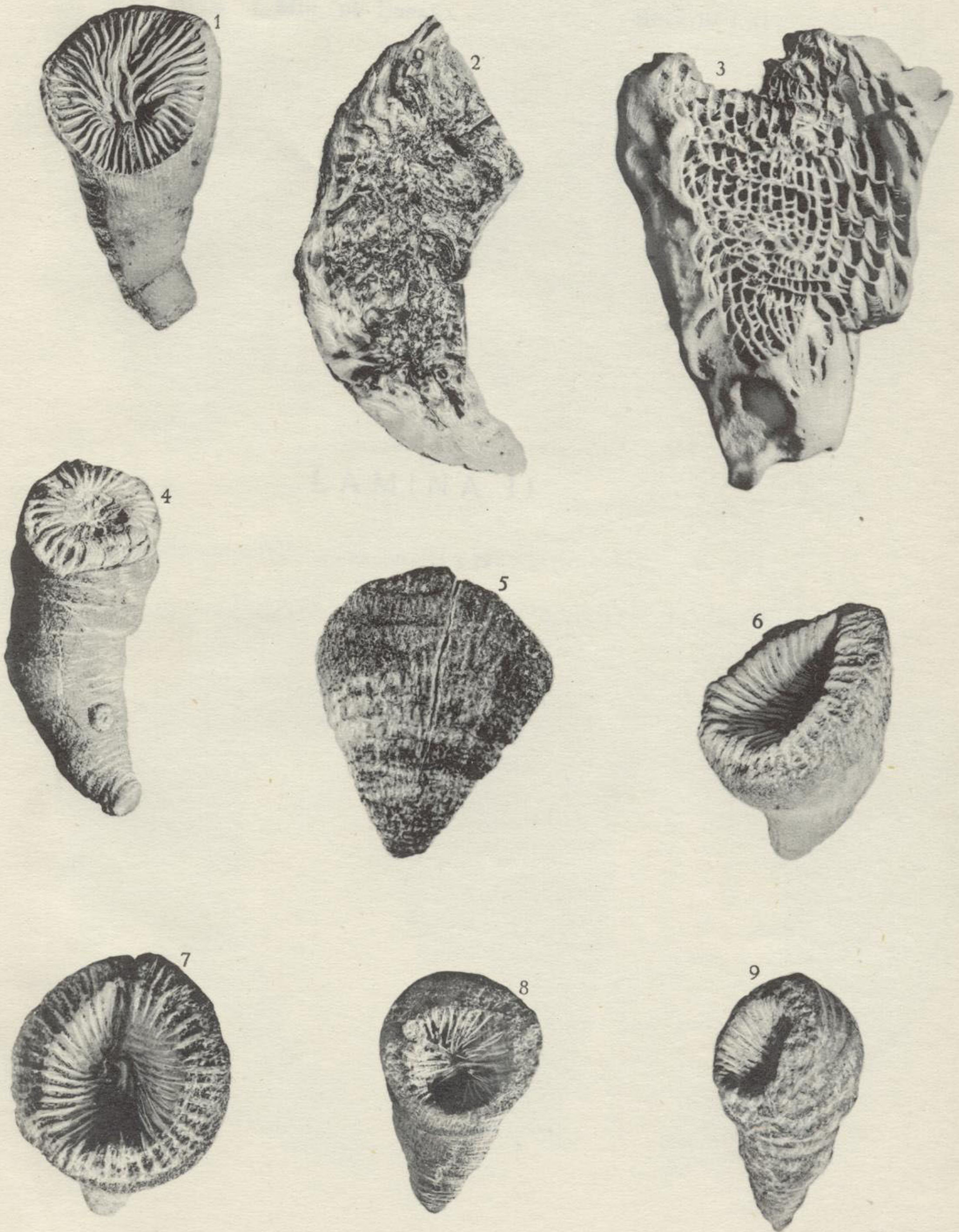
Fig. 4.—*Zaphrentis spinulosa*, Edw.-Haime; Leuted.

Figs. 5-6-7.—*Zaphrentis clifordana*, Edw.-Haime; Leuted,  $\times 1,5$

Fig. 8-9.—Otro ejemplar de la misma especie y procedencia,  $\times 1,5$ .







P. H. Sampelayo





LAMINA II

Figs. 1-2.—*Loipophyllum* sp.; Leuted.

Fig. 3.—*Schizophyllum* sp.; Leuted.

Fig. 4.—El mismo ejemplar en sección, algo aumentado.

Figs. 5-6.—*Grypophyllum* aff. *isactis*, Frech; Leuted.







P. H. Sampilayo





LAMINA III

Figs. 1-6.—*Leptoinophyllum* cf. *multiseptatum*, Wedekind;  
entre Uij Terguit y Uad Miran,  $\times 1,5$

Figs. 7-8.—*Schizophyllum acanthicum* (Frech);  $\times 1,5$ .  
Leuted.

Fig. 9.—*Omphyma* aff. *marginata*, Wedekind; Leu-  
ted,  $\times 3/4$ .

B. I. G. M. de E. t. LXI

Coralarios del Sahara

Lám. III







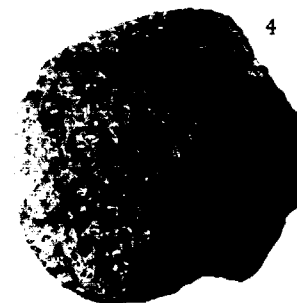


## LAMINA IV

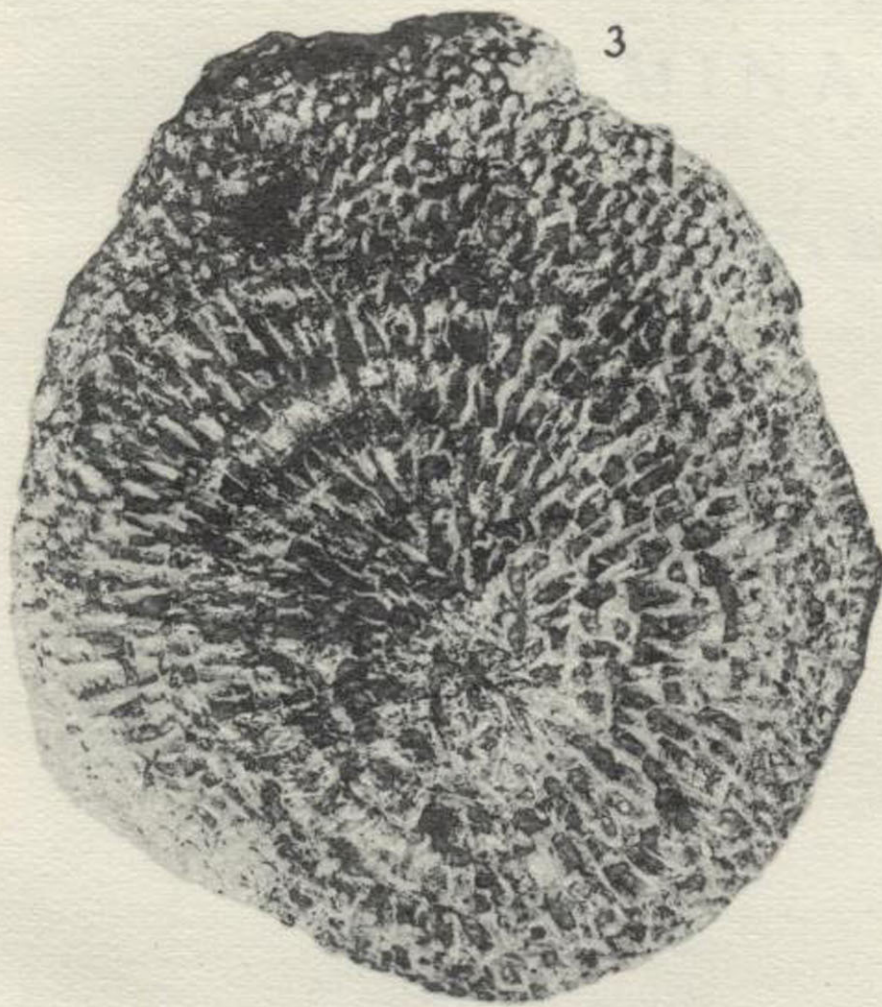
Figs. 1-2.—*Cystiphyllum vesiculosum*, Goldfuss; Leu-  
ted,  $\times 2$ .

Figs. 3-4.—*Favosites forbesi*, Edw.-Haime; entre Uin  
Terguit y Uad Miran,  $\times 1,5$ .

Figs. 5-9.—*Favosites cristata*, Edw.-Haime; entre Uin  
Terguit y Uad Miran,  $\times 1,5$









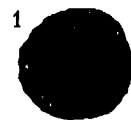
LAMINA V

Figs. 1-2.—*Dysphyllum (Phacellophyllum) caespitosum*,  
Goldfuss; Leuted,  $\times 1,5$ .

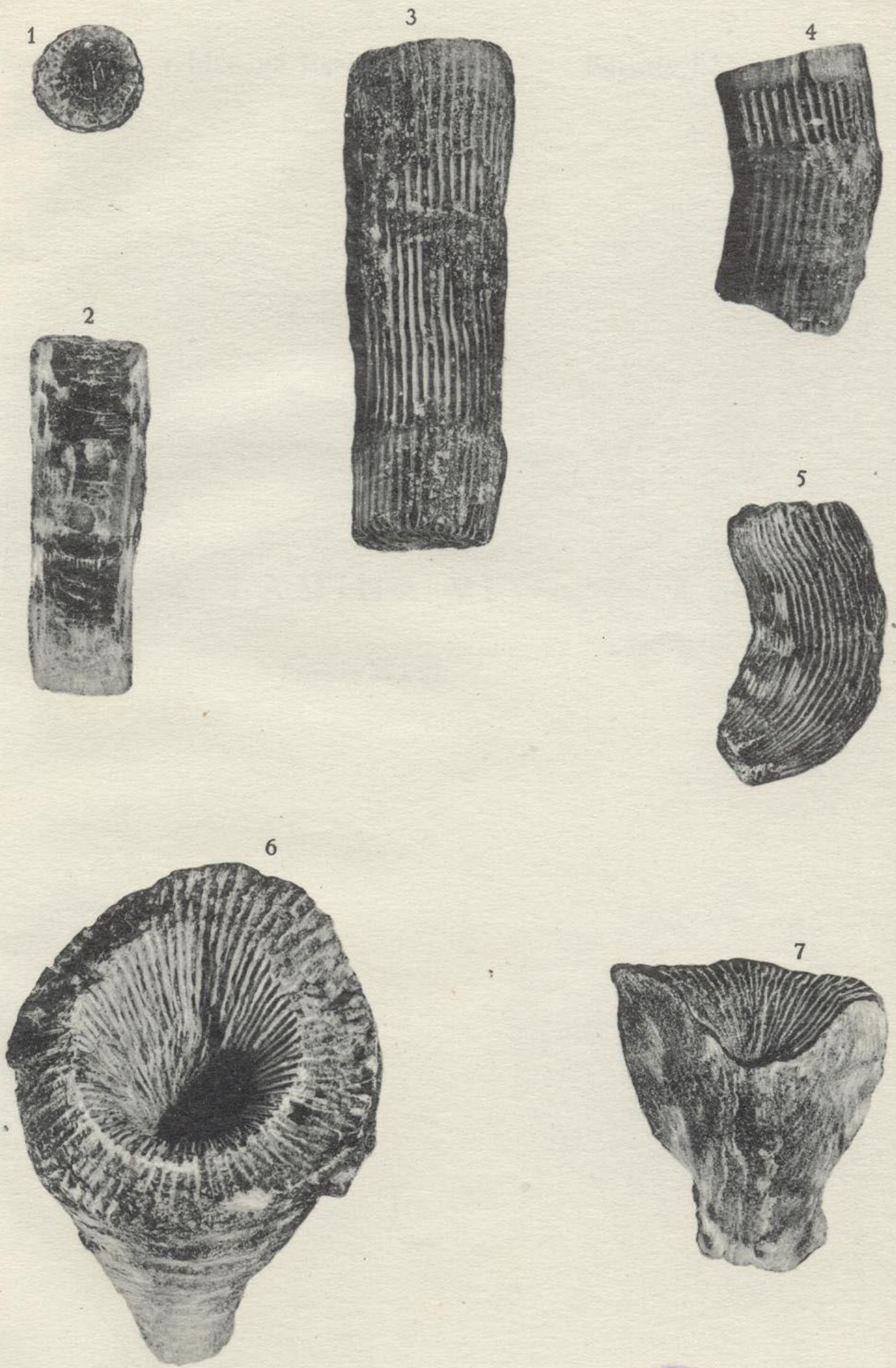
Figs. 3-4.—*Dysphyllum (Phacellophyllum) caespitosum*,  
Goldfuss; entre Uin Terguit y Uad Miran,  $\times 2$ .

Fig. 5.—*Macgeea solitaria*, Hall. y Whitfield;  $\times 2$ .

Figs. 6-7.—*Cyathophyllum (Pseudoptenophyllum) ceratites*,  
Goldfuss; Leuted,  $\times 1,5$ .







P. H. Sampelayo

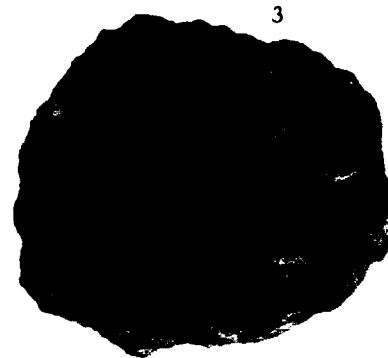
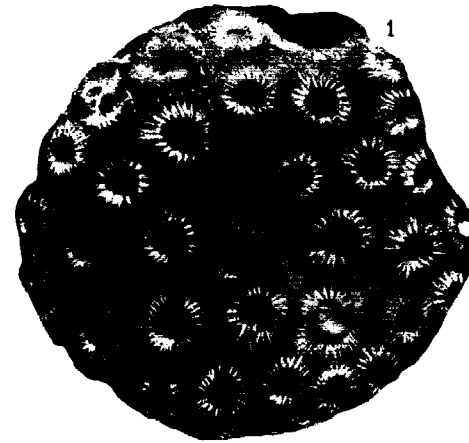




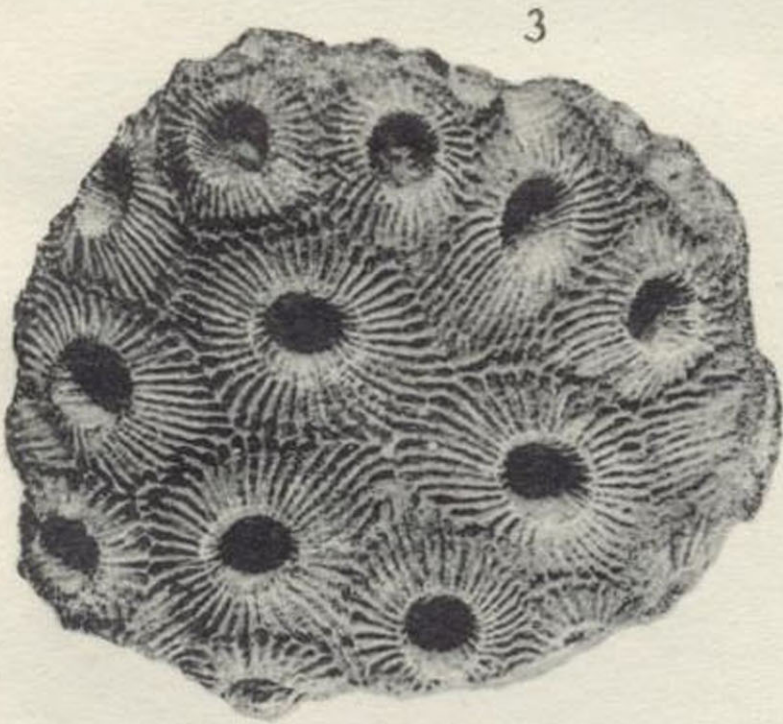
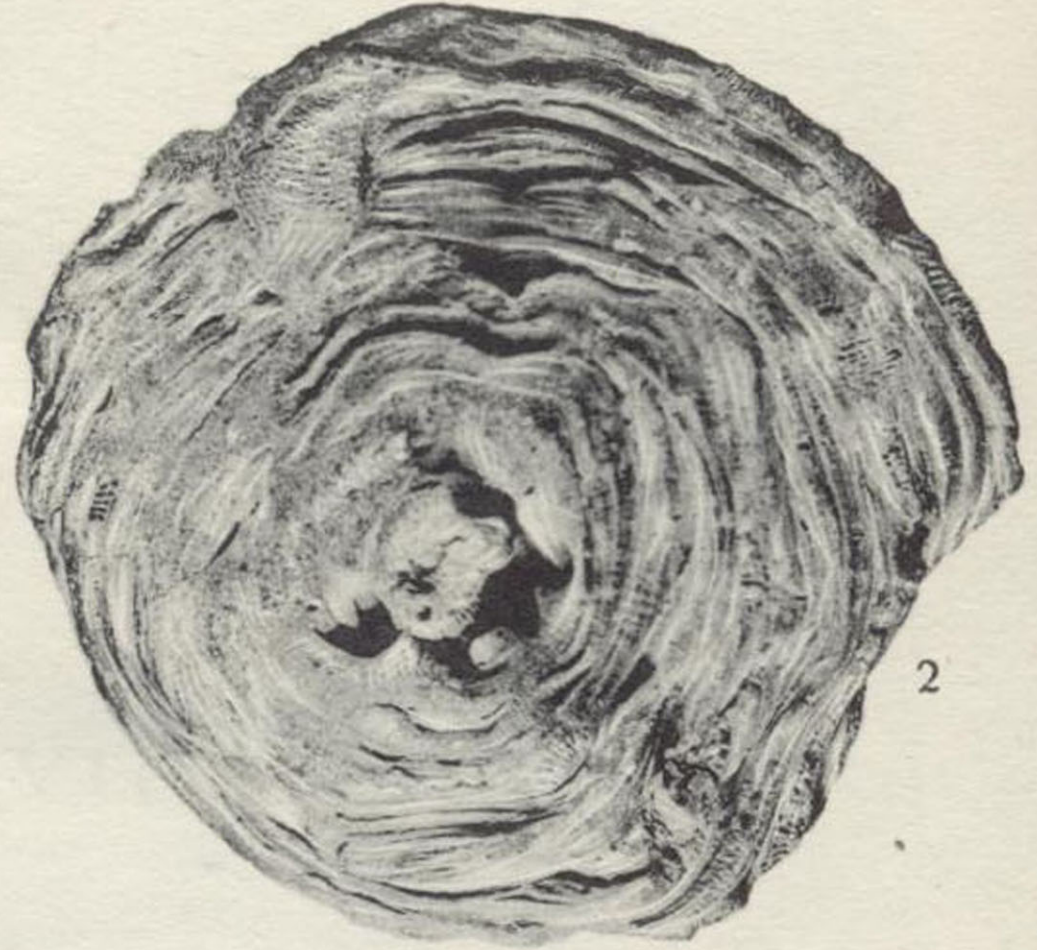
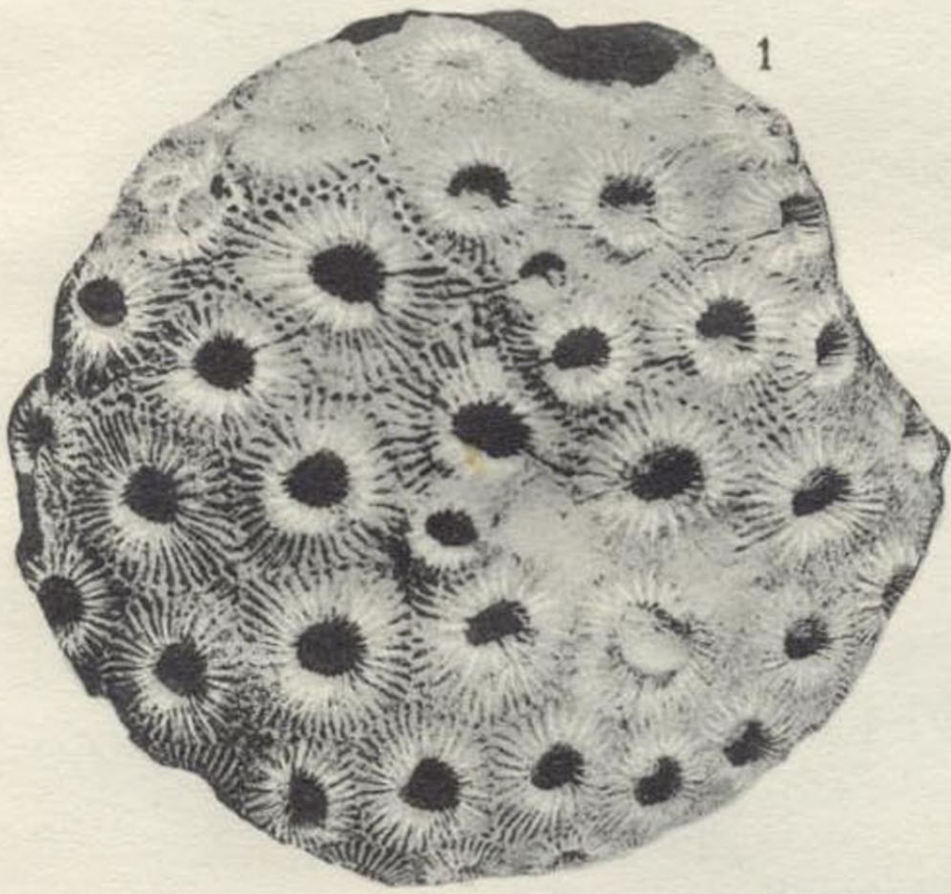
LAMINA VI

Figs. 1-2.—*Acervularia goldfussi*, Vern.-Haime; entre Uin Terguit y Uad Miran.

Figs. 3-4.—Otro ejemplar de la misma procedencia.







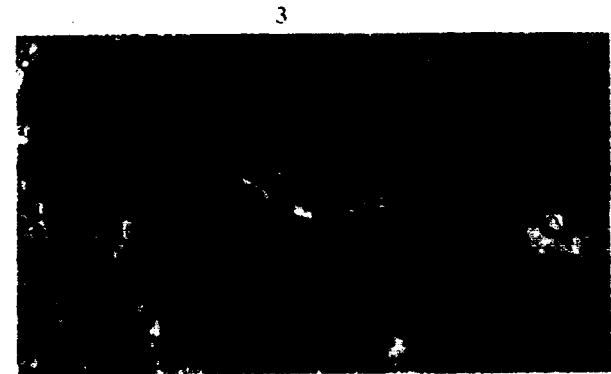
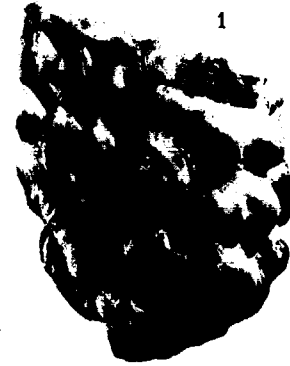


LAMINA VII

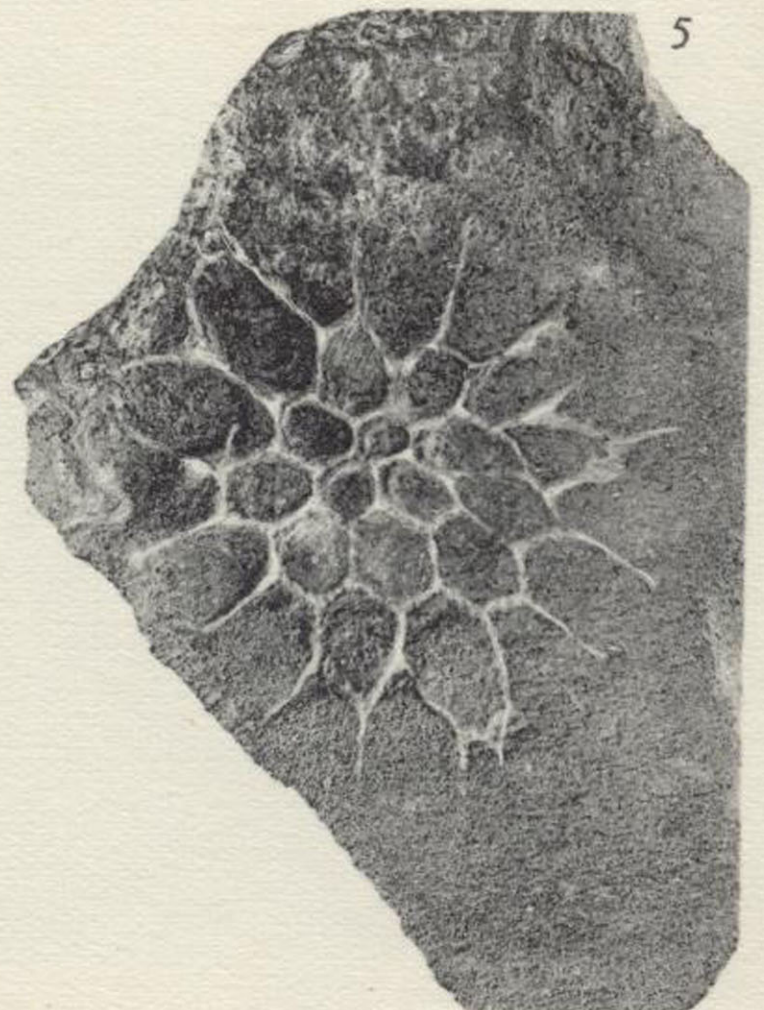
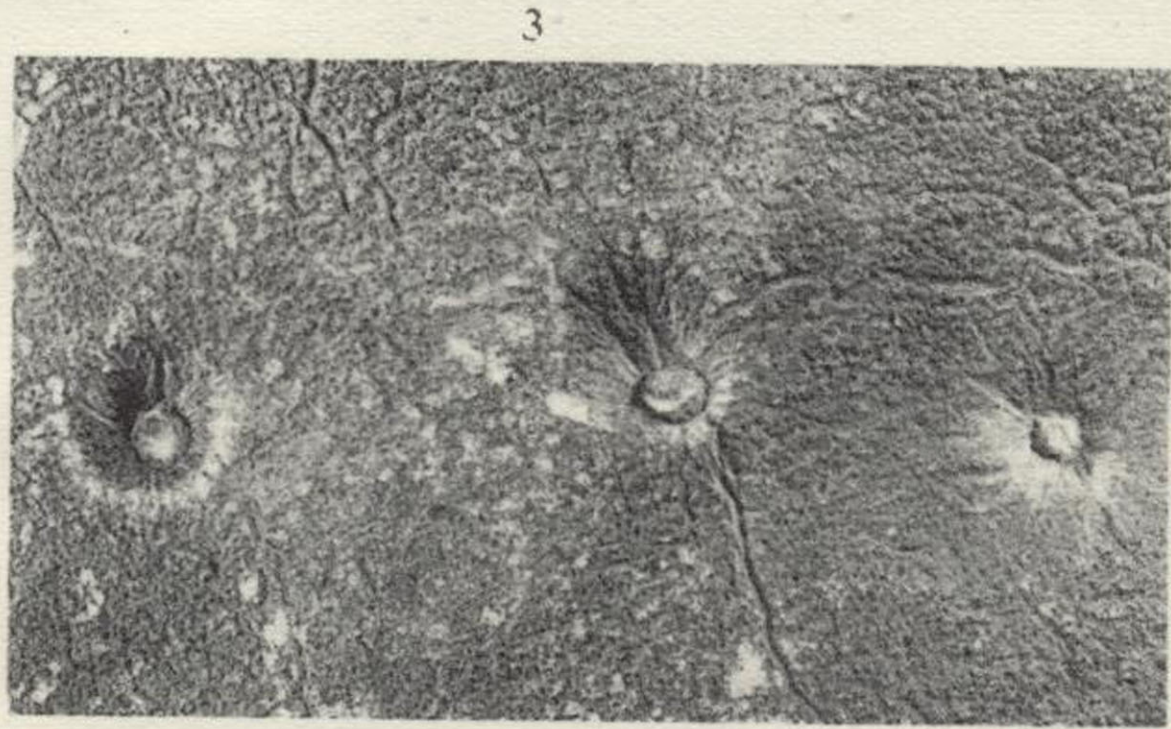
Figs. 1-2. — *Stromatopora constellata*, Hall.; Leuted.

Fig. 3. — *Stromatopora constellata*, Hall.; entre Uin Terguit  
y Uad Miran,  $\times 2$ .

Figs. 4-5. — *Pleurodictyum problematicum*, Goldfuss;  
Leuted.









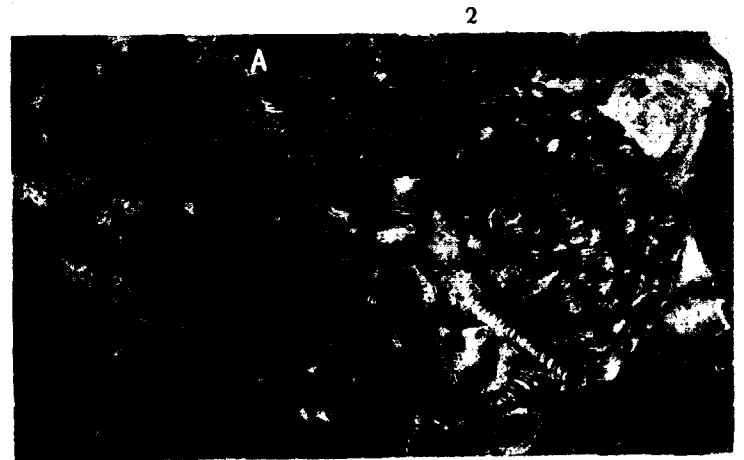
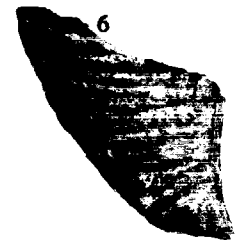
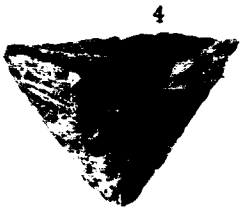
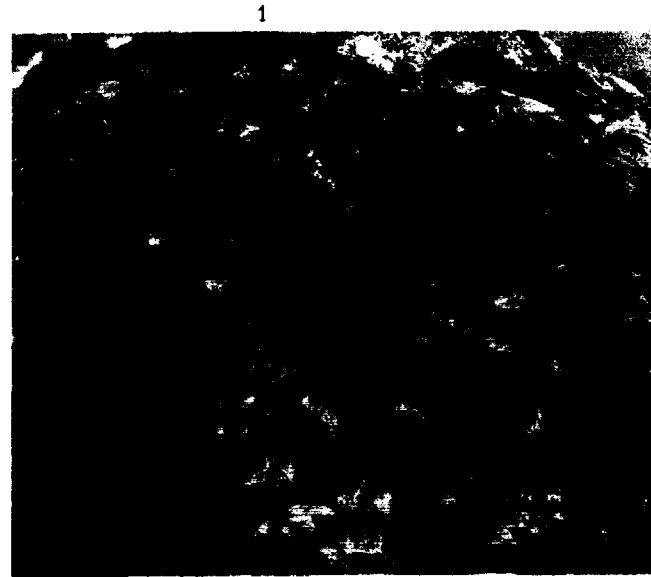
LAMINA VIII

Fig. 1.—*Pleurodictyum problematicum*, Goldfuss; Leuted,  $\times 1,5$ .

Fig. 2 a.—*Pleurodictyum cf. selcanum*, Giebel.

Fig. 2 b.—*Pleurodictyum* sp.; Dela Aserault,  $\times 1,5$ .

Figs. 3-6.—*Calceola sandalina*, Linneo; Leuted.





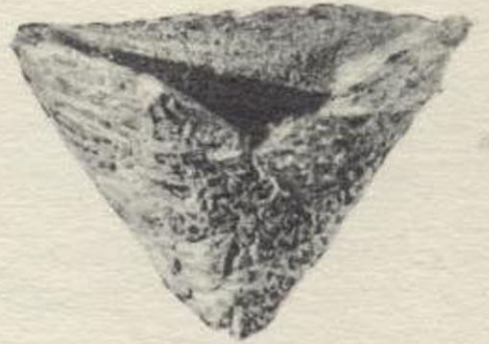
1



3



4



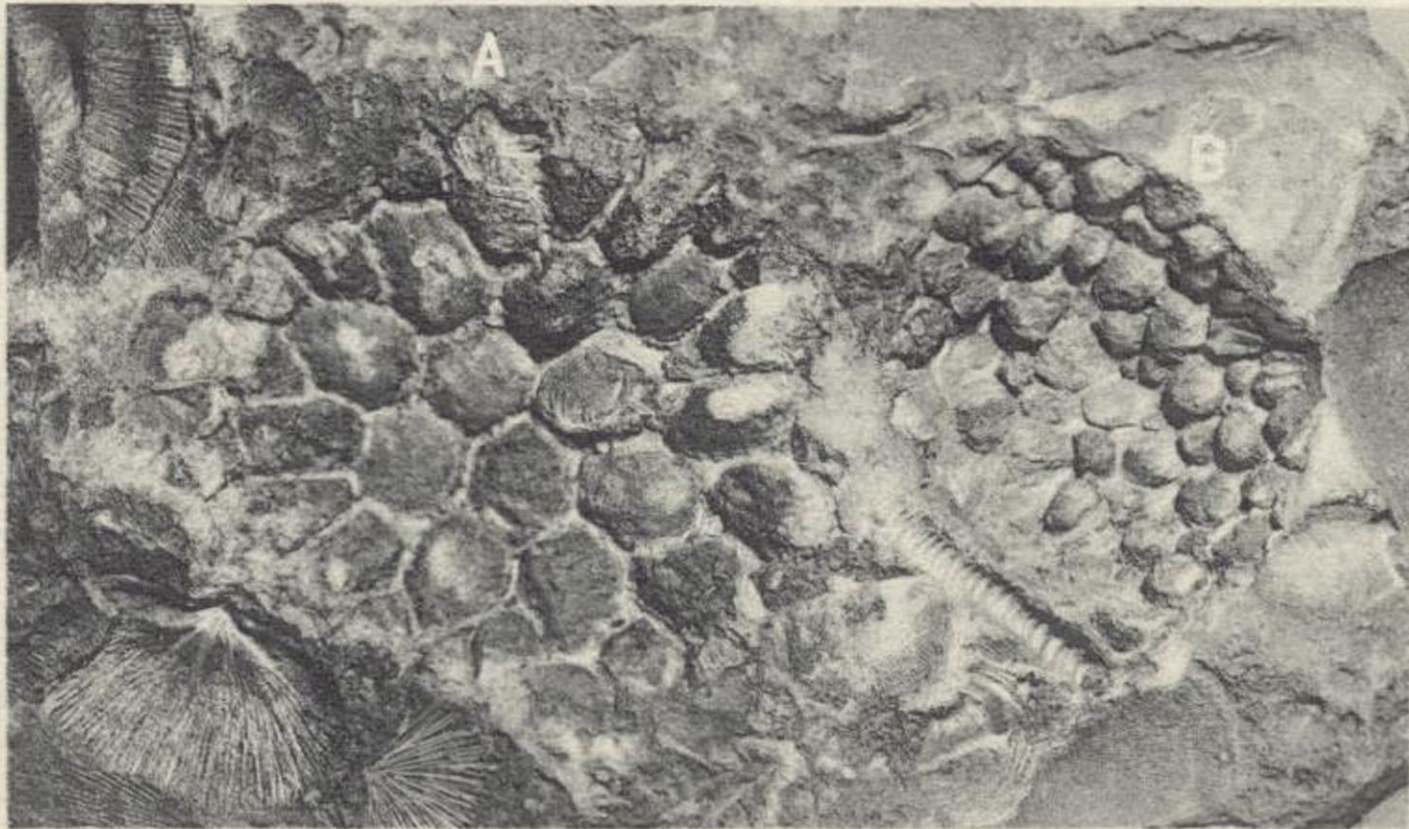
5



6



2





**"PRADOCERAS (KOTOCERAS)  
KOBAYASHI", N. SP.,  
DEL ORDOVICIENSE DE CIUDAD REAL**

POR

PRIMITIVO HERNANDEZ SAMPELAYO  
INGENIERO DE MINAS



«PRADOCERAS (KOTOCERAS) KOBAYASHI», N. SP., DEL  
ORDOVICIENSE DE CIUDAD REAL

POR

PRIMITIVO HERNANDEZ SAMPELAYO

NAUTILOIDES.—En este orden, y dentro de nuestras colecciones del Siluriano, encontramos representantes de dos familias: los *Endocerátidos* de Hyatt y los *Orthocerátidos* de M'Coy, respectivamente, correspondientes a los subórdenes *Holochoanites*, la primera, y *Orthochoanites*, la segunda.

Los *Endocerátidos* llegan a ser ejemplares grandes, hasta de 25 centímetros de longitud por 12 o más de anchura; los *Orthoceras* (geisonoceras) son mucho más pequeños y cilíndricos o cilindroides.

Suponemos que sin duda habrán sido los *Endoceras* los señalados en la Solana del Romeral por D. Casiano de Prado, llamados *Orthoceratitis duplex*, Wahl., en la lista de De Verneuil y Barrande (1855), pero no figurados ni descritos por estos paleontólogos. Ahora bien, el Sr. Mallada, que en su «Sinopsis» ha seguido, en lo que al Paleozoico se refiere, una revisión de los primeros trabajos de Almadén, toma como especie el *Endoceras duplex*, de Wahl., indicando la gran dimensión del sifón, pero, a nuestro juicio, con medidas arbitrarias y poco precisas, pues da, al señalar el diámetro, el carácter circular de la concha, el cual tampoco hemos podido comprobar.

Nuestros *Endoceras* tienen el carácter, casi general, de ser deprimidos, con sección elíptica y orthocones, con seno hyponómico bien marcado en su zona sifonal.

Tres son los grupos que podemos hacer de estos organismos: elípticos isocamerados, elípticos de gran cámara y cilíndricos.

En los primeros, los más frecuentes en ofrecerse, la concha está compuesta de orthocones con seno hyponómico ventral. En realidad, se apreció de modo inmediato que son *Endoceras* con orthocones tubulados, proporcionados en la relación de ambos diámetros de 4 a 2, con frecuencia.

Los sífnculos, invaginados hacia el extremo distal, abarcan dos elementos orthoconales.

En los *Endoceras* del segundo grupo, elípticos de gran cámara, las dimensiones llegan a 25 centímetros por 12 y por dos del sífnculo.

En estos dos grupos de *Endoceras* elípticos cabe suponer sean comunales los estados nepiónicos y efébicos, que podrían corresponder con la iniciación sifonal y el estado isoorthoconal, y hacemos este supuesto porque la concha se inicia con la presentación de protochoncha en el bisel final, y después de unos seis o siete anillos isoorthoconales empieza la cámara, que llega a 14 ó 15 cm. de longitud, terminando con un estrechamiento en la entrada bucal, que hace suponer el estado geróntico o adulto. Al final de la forma orthoconal, las dimensiones suelen ser: seis centímetros de largo, ocho de ancho y dos del sífnculo, es decir, presentación de dimensiones casi idénticas a las de los *Endoceras* orthoconales que, en este supuesto, representarían la edad efébrica de los grancamerados. En resumen, que los trozos proximales que podrían equivaler a las edades nepiónica y neánica del desarrollo total del *Endo-*

*ceras*, no suelen tener más de siete anillos de sífnculo, con un conjunto endoconal semejante al de los ejemplares más frecuentes y totalmente orthoconados.

Por fin, como casos menos frecuentes, quedan los ejemplares cilíndricos, entre los cuales no hemos podido recoger alguno de seno hyponómico bien marcado, ni precisadas las condiciones endosifuncunales, salvo la que a continuación vamos a precisar. Deseamos referirnos al contacto marginal del sífnculo con el muro ventral de la concha. Esta ocurrencia es constante y tal característica sirve para diferenciar al fósil de los actuales endocerátidos de la familia de Hyatt, todos los cuales tienen el sífnculo interno, pero no marginal.

Es el paleontólogo japonés Kobayashi el primero en señalar esta disposición (1934), fundando el género *Kotoceras*, cuya diagnosis expresa así: Longicónico, orthoceraconado, oval en la gran sección, dorso ventral deprimido, sífnculo ancho, marginal y en contacto actual con el muro de la concha por el lado ventral, ancho y deprimido. Cámaras más bien amplias; septas holochanooidales; endocono moderadamente largo, cónico y de superficie suave. Como especie típica da el *Kotoceras tipycum*, Kobayashi.

Esta misma diagnosis, casi puntualmente, podríamos enunciarla nosotros para los ejemplares del primer grupo, que hemos llamado isoorthoconados, sin más diferencias que la altura de las cámaras, que en los nuestros llegan a más de centímetro y medio en su parte visible, no solapada, y además hay variación en los sífnculos elementales que, cilindroides y casi con la misma dimensión hasta el final, tienen una penetración de dos orthocones y no son éstos más que seis u ocho en total.

Estas circunstancias nos hacen proponer una especie

con el nombre de *Kotoceras tipycum*, K. var, *alticamera*, Sampelayo.

Damos, por absolutamente apropiadas, las observaciones de semejanzas y diferencias, que son, aproximadamente, las siguientes: el hecho de que el sífúnculo marginal esté en contacto actual con la ancha y deprimida pared ventral de la concha, hace que este género sea muy diferente de otros similares, como los *Cameroceras*, *Vagino-ceras* y *Endoceras*. Otro carácter que Kobayashi da como importante en la diferenciación es el declive del endocono, algo cónico en los *Endoceras* y *Vagino-ceras*, pero cuyo final está en contacto con el sífúnculo y en la parte plana y ventral de la concha.

Estratigráficamente refiere este género al Ordoviciense medio.

*Pradoceras*. Género dedicado a don Casiano de Prado. Con las formas completas de extremidad proximal orthoconada y gran cámara final; proponemos un nuevo género, en el cual la porción endosifonal equivaldría en representación a las edades nepiónica o efébica y, en cambio, el desarrollo de la gran cámara y su ligera contracción final, en la misma forma elipsoidal de la boca, serían síntomas gerénticos o de estado adulto.

La especie típica la dedicamos al profesor Kobayashi, autor del género *Kotoceras*, de probable relación filogenética inmediata con el nuestro.

Las dimensiones aproximadas son: longitud total 20 a 25 cm.; diámetro de frente en la parte alta, 10 a 12 cm.; extremo proximal de contorno más bien redondeado y afilado en bisel el distal. Largo de la porción orthoconada, de 6 a 8 cm.; diámetro transversal en la boca, de 3 a 4 cm. Sífúnculo de sección algo elipsoidal, de unos 2 cm. en su diámetro mayor. Seno casi recto; entrada de dos orthoco-

nes por los tubos sífunculares. La escultura suave, con algunas líneas muy finas y juntas según el crecimiento.

Es oportuno hacer presente que el paleontólogo japonés T. Kobayashi, en su estudio (1935) sobre «Classification and Phylogeny of Endoceroids and Piloceroid», admite las formas orthoconites entre las más antiguas, por más simples, y las primeras de su clasificación sobre los *Ellesmeroceroides*, *Endoceroides* y *Piloceroides* del Supracambriano y del Ordoviciense.

Otra circunstancia digna de mención aquí es que la especie *Kotoceras* Kobayashi (1934) está duplicada por la *K. nudum* (1927) de Yabe, habiéndose propuesto por otros autores (Shimizu, Obata, 1935) el nombre de *Subvaginoceras*, que no aceptamos, ateniéndonos al *Kotoceras* Kobayashi, perfectamente ajustado a nuestro género de la Solana del Romeral.

LAMINA I

*Kotoceras*, gran camerado final con su sifón. Solana del Romeral (Ciudad Real),  $\times 3/4$ .



P. H. Sampelayo





P. H. Sampelayo



LAMINA II

Fig. 1.—*Kotoceras tipicum*, Kob., var. *alticamera*, Samp.

Fig. 2.—Ejemplar corto, tres cámaras y la final.

Fig. 3.—Cuatro cámaras y la final; vista dorsal.

Fig. 4.—El mismo ejemplar de la fig. 3; vista ventral con salida de sifón.

Ejemplares t. n., de Solana del Romeral (Ciudad Real).



1



3



2

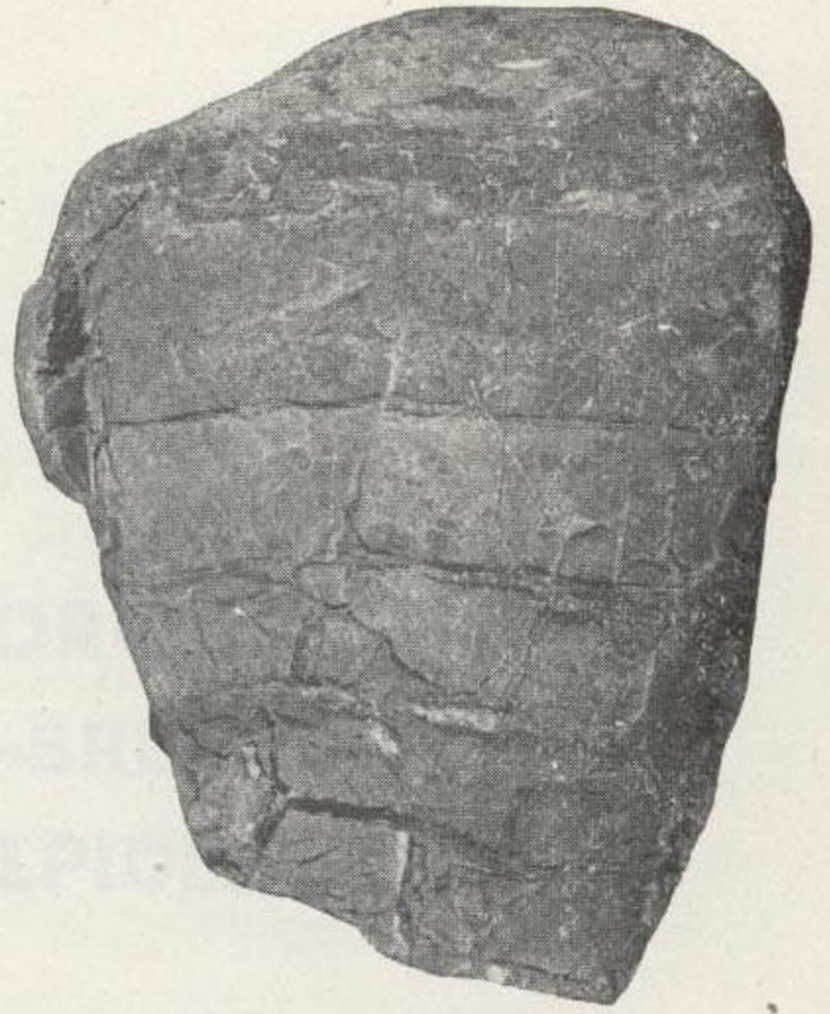


4





1



3



2



4



**SOBRE DOS ALGAS CLOROFICEAS  
FOSILES DE LAS "FALSAS-BRECHAS"  
TITONICAS DE LOS ALPIDES  
ESPAÑALES**

**LA «GLOBOCHAETE ALPINA» LOMBARD  
Y «EOTHRIX ALPINA» LOMBARD**

POR

G. COLOM



En 1937 el profesor suizo Augusto Lombard describió en una revista de su país —*Eclogae Geol. Helvetiae*, vol. 30, n.º 2, págs. 230-231— una serie de formas microscópicas de afinidad dudosa con ciertas algas inferiores del grupo de las Clorofíceas, comunes en las calizas finas del Malm alpino: zona autóctona, manto helvético, ultrahelvético y prealpino de Suiza y de la Alta Saboya. El mencionado investigador no las describió en esta primera nota más que de una manera muy somera y general bajo el nombre de organismo *D*, y por tal causa de filiación taxonómica dudosa, *incertae sedis*.

Pero las figuras dadas por Lombard de estas dos formas microscópicas en este su primer trabajo de 1937, permitieron años más tarde a varios geólogos reconocerlas en sus preparaciones, citándolas en sus trabajos a causa de su amplia dispersión en las mencionadas facies alpinas, y llegando un autor, J. Vogler, a descubrirlas igualmente hasta en el lejano Jurásico superior de Misol, en la Insulindia holandesa (15). Este dato nos dice ampliamente de la gran difusión de estas diminutas algas Clorofíceas a lo largo de las formaciones, sobre todo pelágicas, de la Tetys secundaria.

En mis anteriores estudios sobre los sedimentos del Titónico y del Cretáceo inferior de Mallorca (1, 2, 3), había entrevisto ya repetidas veces, en mis preparaciones de secciones delgadas de sus rocas, estos microorganismos, extraños y enigmáticos para mí en aquel entonces, frecuentes a veces en determinados niveles de estas edades, pero escasos en los demás. Y sin tenerlos en cuenta, lo mismo que sin llegar a comprender su verdadera naturaleza, aparecieron figurados —sobre todo la *Globochaete alpina*— en varias de las microfotografías que publiqué a raíz de aquellos estudios, relacionados principalmente con las Calpionelas (lámina VIII, figura 3, en el Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, volumen 34, 1934). Esta misma microfotografía sirvió posteriormente al profesor Lombard para reconocer su *Globochaete alpina*, en las formaciones titónicas de Mallorca. Pero ocupado en aquella fecha en el estudio de otros y diversos microorganismos del Malm mallorquín, al publicar las notas mencionadas, no dediqué más atención a estas diminutas formas que, posteriormente y gracias a los trabajos del mencionado profesor suizo, atrajeron nuevamente mi atención para dedicarles esta vez un estudio más detallado, en un trabajo de conjunto sobre los caracteres y vicisitudes de la sedimentación jurásica-cretácea en las Baleares, en curso de publicación en la actualidad (6).

Sin embargo, no encontrando apropiado para un trabajo extenso sobre la litología baleárica el estudio minucioso de estas dos algas inferiores, voy a intentar en cambio, ahora, describirlas detalladamente, sirviéndome de las observaciones fundamentales del profesor Lombard, por un lado, y por lo que yo mismo he podido ver e interpretar en las preparaciones de rocas pertenecientes a las «falsas-brechas» titónicas y en determinados niveles de las calizas

finas, sublitográficas, del Valanginiense mallorquín. *Globochaete* y *Eothrix*, abundan igualmente en otras localidades con idénticas facies litológicas correspondientes a los mismos pisos geológicos en diversas localidades de los dominios de las Sierras Béticas. Su conocimiento, pues, facilitará su reconocimiento a los geólogos españoles, pues es posible que tengan su valor y significado estratigráfico, o al menos de facies. Hasta el presente ambas formas parecen exclusivas del Titónico-Valanginiense.

En 1945, Lombard reemprendió nuevamente el estudio de su organismo *D*, dedicándole un trabajo más completo (13) y dando a conocer dos formas distintas, pertenecientes al gran grupo de las Clorofíceas Protococáceas una, la *Globochaete alpina* Lomb., y al orden de las Ulotricales la última, *Bothrix alpina* Lomb.

Esta filiación taxonómica de su primitivo organismo *D* no fué lograda por Lombard sino después de dudas y vacilaciones y, también, a causa de un detallado estudio comparativo y bibliográfico. Dificultades que a nadie sorprenderán ciertamente, ya que una identificación semejante, a base de un diminuto organismo fósil, perteneciente a un grupo tan sencillo como el indicado, nada tiene de particular que así ocurra, ofreciendo dificultades difíciles de vencer antes de lograr reconstruir su verdadera naturaleza. Por tal motivo Lombard escribe al principio de su trabajo: «C'est avec une très grande prudence et avec beaucoup d'esprit critique que l'on doit s'engager dans une détermination de cet ordre. Au premier abord, les sections d'organismes paraissent toutes monotones et semblables les unes aux autres. Un premier essai de comparaison avec des formes actuelles est décevant car il y a de telles convergences qu'on conclurait aisément que ces organismes ne ressemblent à rien et ressemblant a tout». Sin embargo,

después de examinar sus preparaciones con la ayuda del que fué célebre botánico y gran especialista en algas, el profesor Chodat, juntamente con el profesor Baehni y colaboradores, Lombard sometió estos sencillos restos a un análisis comparativo detallado con las formas actuales más afines y cuyas relaciones morfológicas parecían más estrechamente ligadas con estas formas ancestrales de los sedimentos pelágicos del Malm. Sus conclusiones fueron que realmente se trata de diferentes fases del desarrollo, típicas de las diminutas algas pertenecientes a los grupos ya mencionados más arriba, y los dibujos de su trabajo del año 1945 (13), juntamente con las microfotografías de su anterior de 1937, revelan claramente la veracidad de esta atribución. La documentación que por mi parte he podido lograr con mis preparaciones del Malm de nuestra patria, viene igualmente a reforzarla. Por tal motivo he preferido ilustrar este trabajo con una serie de microfotografías originales de mis secciones delgadas de rocas, las cuales reproducen con toda fidelidad varios aspectos de ambas especies, como se indica en el texto.

**Globochaete alpina** LOMBARD, 1945  
(Láms. I a VI)

Organismo D.—Lombard, 1937, Eclóg. Geol. Helvet., vol. 30, n.º 2.  
*Globochaete alpina* Lombard.—1945, Eclóg. Geol. Helvet., vol. 38,  
n.º 1, p. 166, figs. 1-2, núms. 1-46.  
*Globochaete alpina* Lombard.—Colom: 'Los sedimentos profundos  
de las Baleares'.—Publ. Inst. Lucas Mallada, 1948.

En el Titónico suizo, como en el de las Baleares y del SO. de España, la *Globochaete alpina* se presenta bajo diferentes aspectos, todos ellos siempre muy constantes en las preparaciones. Esta constancia en la forma de tan

delicadas estructuras orgánicas, a pesar de la inevitable alteración que la fosilización imprimió en sus caracteres originales, resulta un dato de gran valor y alto significado morfológico, pues al mismo tiempo que define en tan sencillos microorganismos la constancia de cada una de estas formas, nos permite, a su vez, compararlas primero entre sí, o con sus equivalentes actuales, y comprender seguidamente después el verdadero significado de cada una de ellas. Dicho de otra manera: no se trata de microorganismos cuya estructura original aparece vagamente y, por tal motivo, dando lugar a una interpretación subjetiva, según el criterio o conocimiento de quienes la abordan. No cabe duda alguna que la *Globochaete alpina*, descrita por Lombard, fué una verdadera Protococcácea verde, posiblemente planctónica, desenvuelta en gran cantidad en los mares de las épocas mencionadas, formando parte del microplancton marino, juntamente con Radiolarios, Tintinnidos y otros organismos diminutos, como claramente lo atestiguan los mismos depósitos en los cuales aparece actualmente conservada.

Su fosilización es debida a la calcita, blanca y muy pura, la cual originariamente es posible se encontrara en su fase coloidal, al ir reemplazando las verdaderas estructuras orgánicas de estas Clorofíceas. Actualmente rellena y conserva con mucha fidelidad los contornos y determinadas disposiciones estructurales muy típicas, y en los estados correspondientes, las más de las veces a las zoósporas esferoidales, es ésta, entonces, más bien de naturaleza fibrosa, orientada siempre, al menos en los ejemplares por mí estudiados de España, en sentido radial. Por tal motivo en las preparaciones ricas en *Globochaete alpina*, dan todas ellas entre nicóles cruzados un campo lleno de diminutos corpúsculos de calcita, más o menos frag-

mentados, dando todos una cruz negra bien visible. Entonces resulta posible comprender cómo pequeños fragmentos de calcita mal seccionados, y que de otro modo hubiesen pasado desapercibidos, pertenecen a los diminutos caparazones de estas algas. En otros casos, los menos frecuentes, cualquiera de estas diferentes formas de su desarrollo, poseen únicamente, conservado por la calcita, una delgada lámina cortical correspondiente posiblemente a su membrana externa, apareciendo ocupada su porción central por la misma clase de calcita, finamente granulosa y de un gris oscuro, análoga totalmente a la que constituye todo el cemento de estas rocas (lám. VI, fig. 4).

Encuétrase la *Globochaete alpina*, en los estratos donde aparece, bajo diferentes formas, correspondientes, a su vez, a sus diferentes estados de su ciclo de desarrollo. Unas formas representan los estados de la división de las zoósporas (fig. 1 de Lombard, núms. 1-16). Otras corresponden a estados diferentes de la fase de germinación (fig. 1 de Lombard, núms. 17-21). En otros casos esas zoósporas hállanse en el estado de epífitas pertenecientes a jóvenes zoósporas (fig. 1 de Lombard, núms. 22-28) o ya a un momento más avanzado de las mismas (fig. 2 de Lombard, núms. 29-36).

Hasta el presente, parece que la *Globochaete alpina*, se encuentra en un estado de conservación más perfecto en el Titónico suizo que no en el de las Baleares. En Suiza, hállanse ejemplares más completos de sus diversas fases de reproducción y de su desarrollo, con series de ellos pegados aún sobre substratum diversos, tal como fueron figuradas por Lombard en las láminas de su trabajo de 1945 y reproducidas aquí para facilitar al lector el conocimiento directo de las figuras originales del profesor suizo. Apoyándome sobre estas figuras, trazaré primero una des-

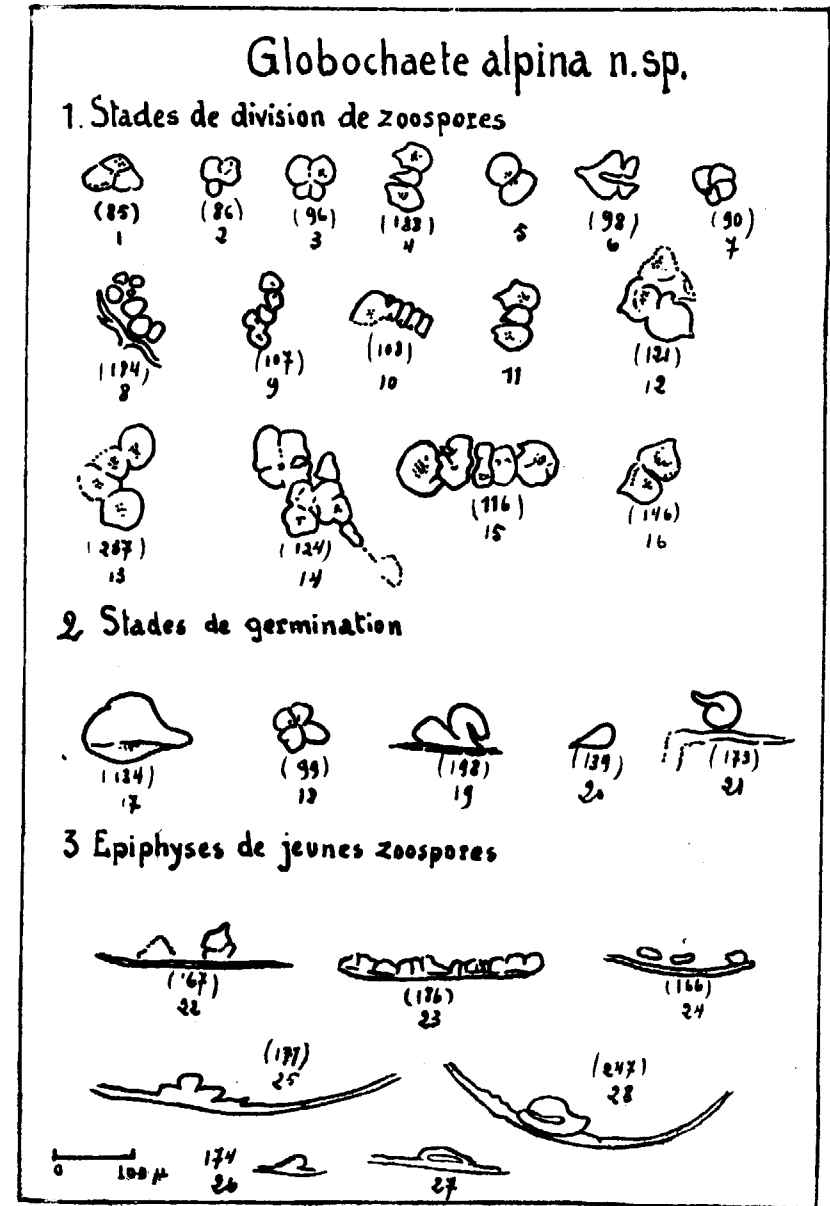


Figura 1 de Lombard.

cripción general de ambas especies e interpretadas también siguiendo las normas expuestas por su descubridor. En cambio, en el Titónico de Mallorca, aunque estas formas arrosariadas y más o menos relacionadas con sus respectivos talos (fig. 2 de Lombard, números 29-36) se encuentran de cuando en cuando, resultan, no obstante, siempre mucho más escasas. Por ello, valiéndome del material mallorquín, no siempre resulta hacedero interpretar y relacionar los ejemplares observados con sus equivalentes de las especies actuales.

Según Lombard, en las formaciones alpinas de su país, la *Gl. alpina*, se presenta al estado de madurez como un diminuto corpúsculo esferoidal, recordando el caparazón de una tortuga, cuyos lados ventral y dorsal resultan casi por igual convexos, pero principalmente en uno de los dos y, comúnmente, también bilobulados. Su forma puede ser más o menos esferoidal o muy aplanada, no faltando nunca entre ambos extremos toda una escala de formas intermedias. En las preparaciones tan pronto aparecen células aisladas o agrupadas; éstas, en tal caso, en forma de rosario (figs. 1 y 2 de Lombard).

Pero los estados más abundantes de las *Globochaetes* en las secciones delgadas de rocas, son las que se relacionan con las fases de la división, seguidos por otros que ya representan estados de madurez (fig. 1 de Lombard, números 1-16). Estos estados de división los vemos formados por dos unidades, unas veces agrupados (fig. 1 de Lombard, número 14), otras en disposición lineal (fig. 1 de Lombard, número 15) o bien adoptando una disposición mixta (fig. 1 de Lombard, número 8), en parte desprendidos de un tenue talo o substratum. El tamaño de estas zoósporas resulta muy variable durante esta fase de crecimiento y reproducción, siendo sumamente interesante

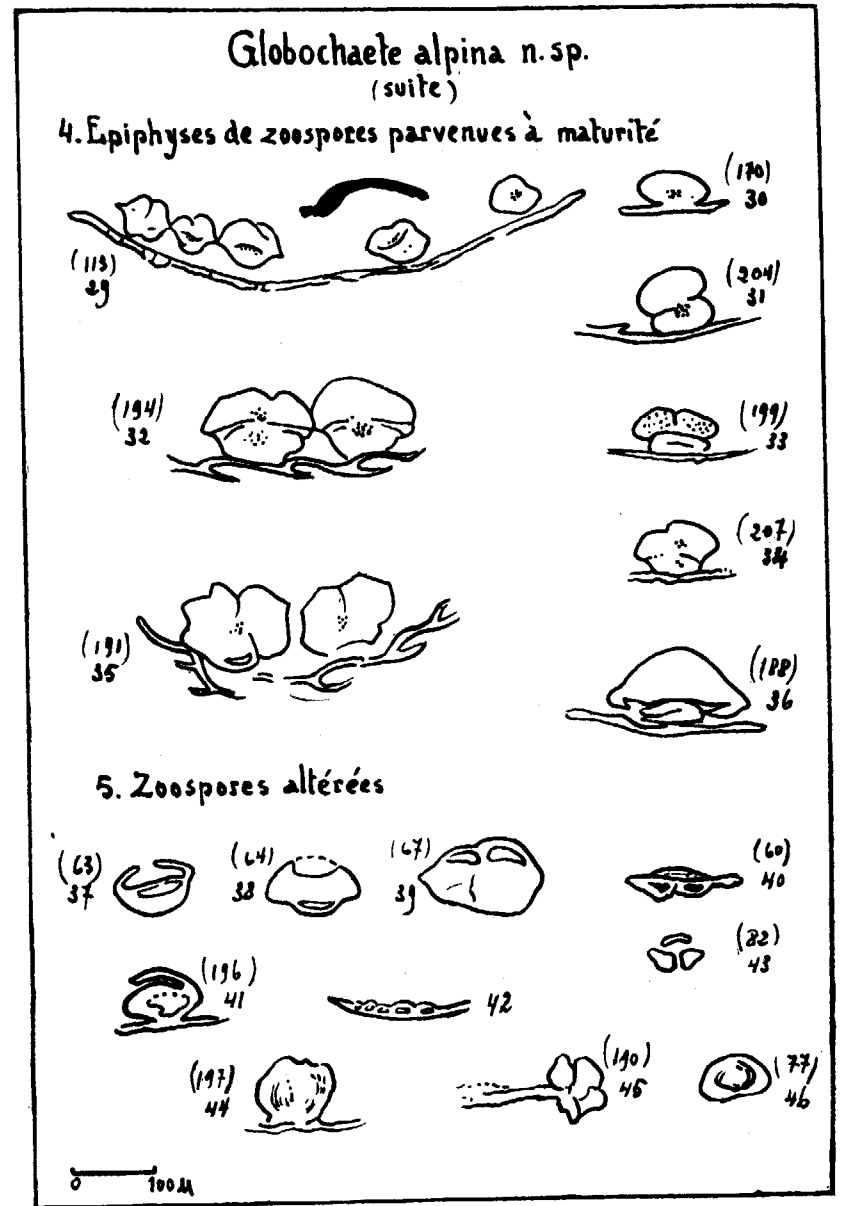


Figura 2 de Lombard.

el observar cómo la forma esferoidal aparece rápidamente en estas zoósporas y junto a la misma dibújase ya la otra, más diminuta que la primera (fig. 1 de Lombard, n.º 2).

Los estados más avanzados en forma de caparazón de «tortuga» poseen un reborde o collar, como lo llama Lombard (fig. 1 de Lombard, número 14); es éste muy raro, dando solamente, en la mayoría de los casos, un ensanchamiento débilmente marcado (fig. 2 de Lombard, números 32 y 36). En la mayoría de los casos, estas formas aparecen sobre un pedúnculo, que Lombard interpreta de diferentes maneras, las tres justificadas según el mismo autor.

a) Forma aguzada salida de un lóbulo ligeramente deformado, creciendo paralelamente al eje de simetría de la célula y conservando a su vez las trazas de un pelo membranoso, gelatinizado y parcialmente conservado aún.

b) La célula se alarga lateralmente. Representa un primer estado de gemación y donde suele iniciarse un pelo esclerosificado y fosilizado, ahora tan sólo en la base, lo mismo que su menbrana (figura 1 de Lombard, números 17, 18 y 21).

c) La célula parece poseer un pedúnculo más largo que la misma. Representa entonces un vestigio del substratum sobre el cual se fijó la espora (fig. 1 de Lombard, números 22, 26 y 27).

La zoóspora, sea cual sea su estado de evolución, hállase adherida, en la generalidad de los casos, sobre una base larga y delgada. Este substratum puede ser corto o desigual, recto o arqueado, simple o complejo (fig. 1 de Lombard, números 22-27; fig. 2 de Lombard, números 29 a 36).

Sobre la interpretación de esta especie, añade Lombard lo siguiente (pág. 168, 1945): «Las Quetoforáceas son las

que revelan más íntimas analogías con esta forma. Todas pertenecen a las Protococcáceas. Algunas especies, como *Dicranochaete* u *Oligochaetophora*, representadas por Fritsch (10), asemejanse mucho a nuestro grupo de zoósporas. Este autor las describe como formas subglobulosas y unidas en agregados poco apretados entre sí, formando pequeñas colonias ligadas débilmente a una base cualquiera. Cada célula posee unos pelos (2-4) sobre su superficie dorsal.

»*Dicranochaete* es frecuentemente una epífita cuyas células son simples, raras veces adheridas en disposición linear. Precisando la posición de los pelos, el autor indica que *D. reniformis*, posee uno que sale del lado ventral, mientras que en *D. britannica*, de forma globulosa, tiene un pelo dorsal. Estos detalles tienen su importancia, pues según las figuras de Oltmann (14), estos pelos originan un pequeño surco estrecho dentro del esporangio, surco visible aún sobre la forma fósil, aunque el pelo haya desaparecido.

»La reproducción de las Protococcáceas, según Oltmann (14), se lleva a cabo por dicotomía o por zoósporas, este último proceder siendo el más frecuente, acompañado de una diferenciación de esporangios (Huber). La diferenciación de los esporangios en zoósporas parece llevarse a cabo gradualmente. La simbiosis es la regla. El parasitismo, en otras especies, toma la forma de una epífisis. Según Huber (11), las zoósporas se fijan poco tiempo después de su salida del esporangio de donde se formaron. Después de su fijación empiezan seguidamente a germinar. En esta yemación epifítica, las zoósporas se fijan por su extremidad anterior, aplanándose más o menos y des- arrollándose paralelamente a la superficie del substratum, dando un filamento (células en línea recta) o un talo (célu-

las creciendo en un plano). Línea y plano dirigiéndose perpendicularmente al plano del substratum en el caso de una epífisis y paralelamente en el caso de una endófisis.

»La membrana se rompe después de la gemación de las esporas o puede desaparecer parcial o totalmente (figura 2 de Lombard, números 41 y 44).

»Sus dimensiones son anotadas raras veces y varían entre 6 a 100 micras.

Las Quetoforales son marinas o lacustres. No cabe duda alguna que en el caso de la *Globochaete alpina* se trata de una forma planctónica. Pero resulta sumamente interesante el hallazgo de formas estrechamente relacionadas con ella en las facies del Purbeckiense de Suiza, según ha tenido la bondad de comunicarme el profesor Lombard. Pero en tales facies de agua dulce o salobre, los investigadores suizos no han encontrado, hasta el presente, ningún resto de Tintinnidos (Infusorios loricados, marinos) mezclados con ellas. Este caso tan sólo se presenta en formaciones esencialmente marinas y pelágicas, como en las de las Baleares, por ejemplo.

Pasando ahora a reseñar mis propias observaciones sobre esta especie en los dominios de los Alpides españoles, vemos cómo en las «falsas-brechas» del Titónico de Mallorca e Ibiza, lo mismo que las de algunas otras localidades del Sur de España, como la de Estepa (provincia de Sevilla), la forma más común en todas las preparaciones suele ser la que se refiere a la fase bilobulada (lám. I, figs. 6-9, izquierda, 21, 34; lám. II, figs. 5 y 9) o simplemente esferoidal, por pertenecer entonces frecuentemente a la sección de una de las primeras cortada en sentido transversal (lám. I, fig. 16; lám. II, fig. 3). Estas formas son numerosísimas en determinados lechos, pero pueden pasar fácilmente desapercibidas al investigador si

éste no pone mucha atención en ellas al examinar al microscopio sus secciones de rocas, pues ofrécense revueltas y mezcladas con infinidad de restos de otros organismos, conservados igualmente por la calcita o simplemente por porciones de este mineral esparcidas en el cemento de estas rocas. En estos casos resulta una gran ayuda el examen de las preparaciones con los nicoles cruzados, pues con la luz polarizada, sus más reducidos fragmentos dan aún en parte la cruz negra característica y las más completas resaltan fácilmente en el campo del microscopio.

Estas formas bilobuladas que he estudiado, alcanzan alrededor de unas 80 a 100 micras, no pudiendo precisar más, pues su tamaño fluctúa alrededor de estas cifras. De cuando en cuando, vense otras divididas en cuatro porciones, como igualmente las dispuestas en cadena irregular (lám. III, fig. 3; lám. V, fig. 4). Las que ofrecen forma de «tortuga», como indica Lombard, resultan las más escasas (lám. II, fig. 4; lám. V, fig. 2). Generalmente aparecen aún adheridas a un fragmento de un soporte cualquiera, sobre el cual es posible se desarrollaran como epífitas. En la lám. IV, figs. 1-3, y en la lám. I, figs. 8-10, 17, 23, 25, 29, 31, 39 y 40, ofrezco a la consideración del lector una serie de ejemplos de esta clase. Proviene una buena parte de ellos del Titónico de Ibiza, que en este caso se ha revelado más rico en *Globochaetes* que sus equivalentes de Mallorca. Estas zoósporas, en estado avanzado de su desarrollo, corresponden a la fase de su fijación en forma de epífita sobre un substratum, pasando desde este momento por una nueva fase de reproducción a base de una esporulación, como indica Lombard. El substratum es diferente, como lo revela el examen de estas microfotografías, siendo en unos casos delgado y liso (lámina IV,

figura 3) y, en otros, también fino, pero ligeramente ondulado (lám. IV, figs. 1-2), o como los que figura Lombard en su fig. 2, núms. 29, 32 y 35.

Los estados de división en cadena o en masa de estas zoósporas, agrupadas en número diverso, las he podido encontrar con cierta frecuencia en Mallorca. Un estado análogo al figurado por Lombard en su fig. 1, n.º 18, corresponde al de mi lám. II, fig. 7, compuesto por un número impar de divisiones y éstas presentando un aumento progresivo de tamaño, desde la más exterior a la más interna; o el de la lám. III, fig. 2, representando el estado final de una división en cuatro segmentos. En la misma lám. III, fig. 1, hay un buen ejemplo del estado de división de estas zoósporas en cadena más o menos larga, como las dibujadas por Lombard en su fig. 1, núms. 13 y 15.

Las formas representando los estados jóvenes de las pequeñas colonias de epífiseas correspondientes a estas mismas zoósporas, no dejan de abundar en mis preparaciones de Estepa (Sevilla) o de Mallorca. En la lám. III, fig. 3, ofrezco dos ejemplos de ellas; una compuesta por una corta serie de las mismas adheridas sobre un talo (centro y parte superior de la microfoto) y la otra en el ángulo inferior izquierdo. En la lám. V, fig. 4, estas epífiseas son de mayor tamaño y también representadas por un número mayor de individuos. Aparecen sobre un talo delgado, irregular, y las que ocupan su extremo inferior poseen un tamaño algo mayor que las demás.

Zoósporas maduras y de mayor tamaño, como las dibujadas por Lombard en su fig. 2, núms. 29-36, las he encontrado, a veces, en ejemplares muy típicos. Así en la lámina IV, figs. 1-3, doy varios ejemplos de ellas. Son zoósporas de forma más aplanada, bilobuladas, con tendencia a adoptar la forma de «tortuga», como dice Lombard, y adhe-

ridas sobre delgados y largos talos o substratum. Estas mismas zoósporas es frecuente verlas en las preparaciones, sin embargo, no en esa forma típica, como en las indicadas de la lám. IV, figs. 1-3, sino aisladas, solitarias, con un resto aún de un corto talo, sobre el cual se asentaron o se han desprendido de él casi en el instante de quedar englobadas en el fino barro de estos depósitos titónicos. Así podemos verlas en las figs. 4-5, 8, de la lám. II.

Las zoósporas grandes y maduras, como las figuradas por Lombard en su fig. 2, núms. 29, 32, 35, 36, por ejemplo, no son muy frecuentes entre los materiales que he examinado. Las he encontrado, de cuando en cuando, dándome ejemplares muy típicos, como el de la figura 4, lámina II; figuras 1 y 2, de la lámina V, donde aparecen hacia el centro de las microfotos, un ejemplar en cada una, de gran tamaño, como en el caso de la fig. 2, de la lámina V. Estas zoósporas hallanse también adheridas en mayor número y en forma de ramillete en unos pocos casos, como el correspondiente al de la fig. 3, lám. VI.

Unas formas orgánicas extrañas que relaciono, no sin cierta duda, con las *Globochaetes*, son éstas que he representado en la lám. VI, figs. 1 y 4, y también en la lám. II, figura 2. Representan un talo alargado y recubierto de un gran número de diminutas zoósporas al parecer. Son bastante frecuentes en mis preparaciones, pero reducidas en la generalidad de los casos a pequeños fragmentos filamentosos. Sus zoósporas —si tal es su verdadera naturaleza—, no quedan colocadas en una sola línea, sino más bien agrupadas a su alrededor y teniendo como centro el talo sobre el cual las observamos. Es dudosa su afinidad con la especie de Lombard y bien pudieran representar otra cosa. De momento no me es posible aportar más datos sobre ellos.



**Eothrix alpina** LOMBARD, 1945

(Lám. V, fig. 4; lám. VI, fig. 2)

«Formes fixées», Lombard.—Eclog. Geol. Helvet., vol. 30, n.º 2, figuras 181, 182, 186 y 206. 1937.

*Eothrix alpina* Lombard.—Eclog. Geol. Helvet., vol. 38, n.º 1, página 170, figs. 47-49 de la fig. 3. 1945.

La diagnosis de esta especie, según Lombard, es la siguiente: «Se trata de células dispuestas en línea recta y de dimensiones de hasta 5 a 10 micras de diámetro. El eje mayor de cada célula es perpendicular a la línea. En otros términos, estas células no resultan más anchas que largas. Los filamentos que ellas forman no aparecen nunca bifurcados, rectilíneos con frecuencia y raras veces arqueados.

»De cuando en cuando, una célula aparece de tamaño mayor que las demás, manchada de pigmentos oscuros. Su presencia permite reconocer, sin posible equivocación, la nueva forma de *Eothrix* en una sección delgada. Otro carácter importante es la simetría de las pequeñas células en relación con su gran eje del filamento. Estas células diminutas pueden, excepcionalmente, desenvolverse en dos filas. Pertenecen a células vegetativas, mientras que los grandes ejemplares representan células en trance de reproducción.

»En cuanto la serie de células se desarrolla asimétricamente, es que nos encontramos ante una cadena de *Globochaete* adherida sobre su substratum.

»Es de esta manera que se distinguen *Eothrix* de las *Globochaete* en determinados casos de convergencia de caracteres.

»Las zoósporas no ofrecen todas la misma talla, pero

se apoyan sobre una base uniforme, de donde viene su asimetría».

Esta especie de Lombard es más escasa siempre entre mis materiales baleáricos o andaluces, que no la *Globochaete* ya mencionada. En mis preparaciones, los restos más frecuentes y más estrechamente relacionados con *Eothrix*, parece posible identificarlos con las porciones de talos figurados por Lombard en su fig. 3, núms. 58 a 65, sobre todo el representado en el n.º 62, que da un talo abierto en ángulo recto y del cual doy una réplica muy precisa en mi lám. V, fig. 4 (ángulo izquierdo superior). Todos estos restos aparecen informes y revueltos en algunos lechos repletos de los mismos, siendo entonces de difícil interpretación. En cambio, las series lineares de células de los *Eothrix*, las he encontrado algunas veces en magníficos ejemplares, como el representado en la lámina IV, figura 2, y equivalente ciertamente a los de la fig. 3, núms. 47 y 49, de Lombard. Las células filamentosas aparecen admirablemente conservadas y disminuyendo de tamaño hacia su extremidad de una manera suavemente progresiva. En el representado en mi lám. IV, no se observa sobre su largo filamento celular ningún esporangio de mayor tamaño, como suele ser el caso y así lo representa y describe Lombard en su fig. 3, n.º 49; pero otros fragmentos más reducidos, pero no tan demostrativos como el indicado en la lám. VI, fig. 2, lo contienen a veces.

El profesor Lombard cita finalmente, en su estudio de 1945, la existencia entre estos restos, debidos a las dos Clorofíceas por él descritas, de numerosas secciones de Fibroesferas, análogas a las dadas a conocer por el profesor J. de Lapparent en 1924 (9), pero tomándolas Lombard aquí como representantes de fases de esporulación, etcétera, de estas mismas algas. Las Fibroesferas por mí ob-

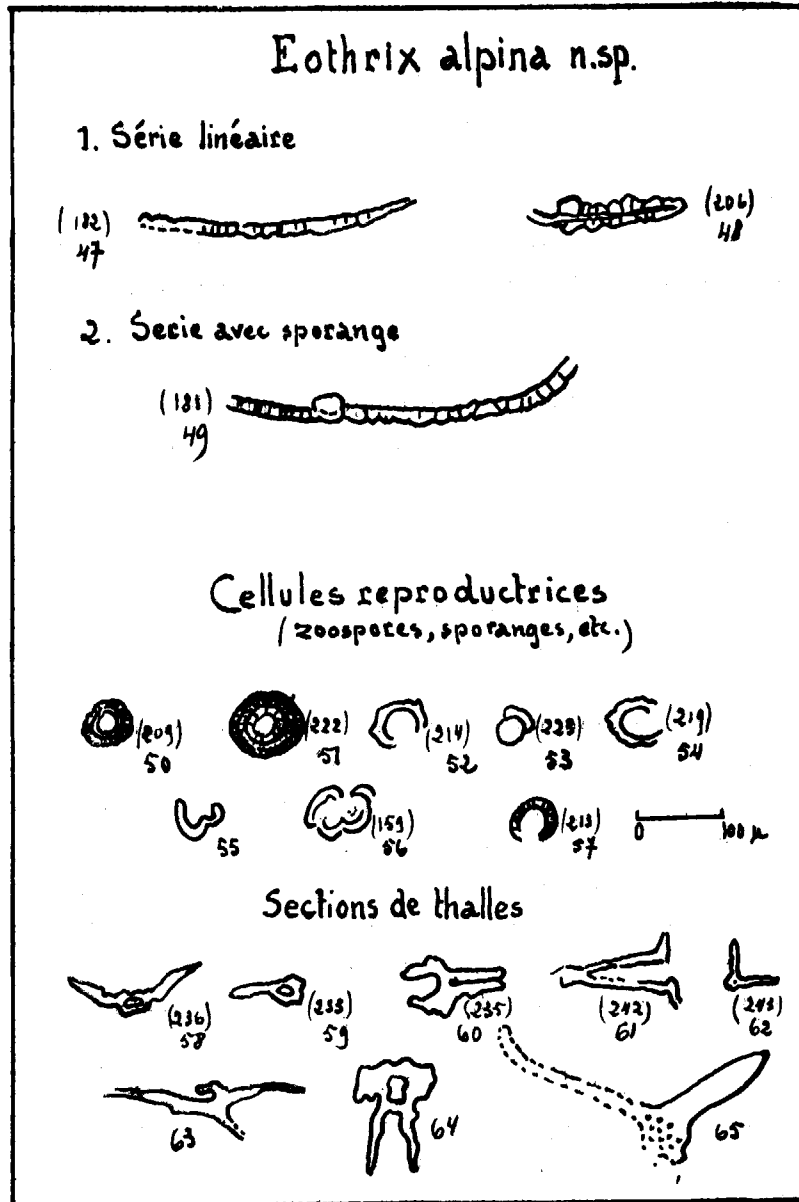


Figura 3 de Lombard.

servadas entre los materiales que he examinado, no parecen idénticas a las representadas por Lombard en sus figuras (fig. 3). Son más simples, con una sola envoltura de calcita, dispuesta radialmente (lám. I, figs. 2-3; lám. II, fig. 6) y semejantes en todo a las figuradas también por mí en otros trabajos (2). Se las encuentra en todas las preparaciones, siempre aisladas y dispersas y no tan sólo en el Titónico, sino también en el Dogger, donde no son raras, hasta alcanzar el Barremiense. Por tal motivo, es dudoso que estas formas de Fibroesferas, presentes en mis preparaciones de España, tengan relación alguna con las figuradas por Lombard, y con *Eothrix* o *Globochaete*, pues estas dos Clorofíceas aparecen, hasta el presente, localizadas en el Titónico-Valanginiense. La persistencia de unas y la brevedad relativa de las otras parece indicar que, al menos en España, esta relación de Fibroesferas y Clorofíceas no parece muy convincente.

En Suiza, ambas Clorofíceas vivieron a igual que en las Baleares y dominios Béticos, formando parte de un plancton muy rico, donde dominan Radiolarios y Tintínidos. Estos últimos, llamados antes simplemente Calpionelas, abundaron enormemente en estas facies titónicas, donde hallamos igualmente ahora a las *Eothrix* y *Globochaete*. Por tal motivo, cree ver Lombard cierta afinidad de estos caparazones o lorigas de las Calpionelas, con las membranas abandonadas por los zigotes de las Volvocales y de las Utricales. Pero la verdadera naturaleza de las Calpionelas ha sido revelada ampliamente en mis estudios ya publicados o en vías de publicación (3, 4 y 7) y confirmados también por el profesor G. Deflandre, de la Sorbonne, en su nota de 1937 (8). Lo observado posteriormente en Suiza, como he indicado al principio de estas páginas, sobre el hallazgo de *Globochaetes* en las facies

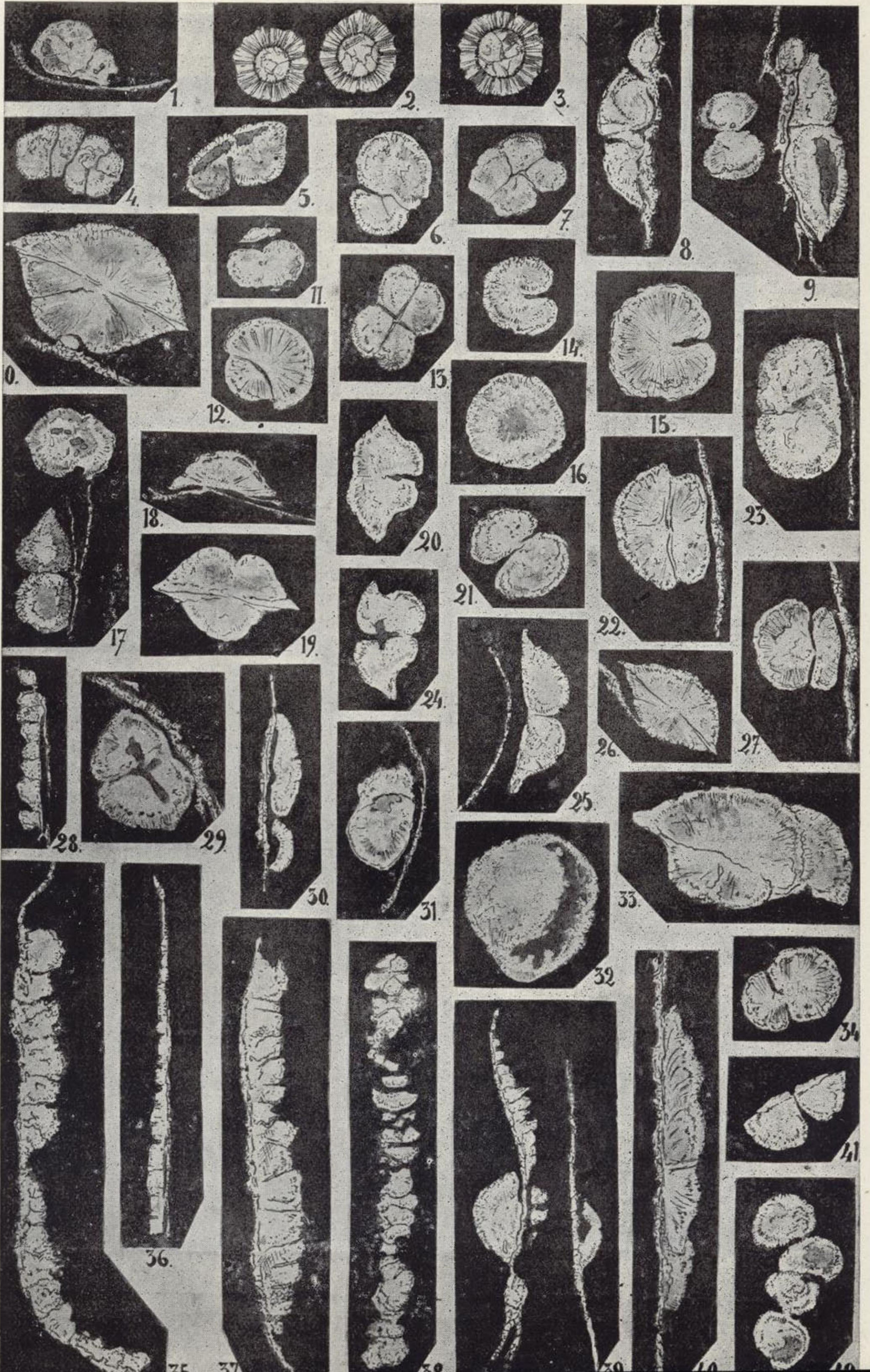
purbeckienses de dicho país, pero no de Tintinnidos o Calpionelas en ellas, tiende una vez más a confirmar que esas lorigas de infusorios eran propias de facies esencialmente marinas.

Sobre lo que no cabe duda es que del plancton Titónico-Valanginiense que hasta nosotros ha llegado, a base principalmente de Radiolarios, Tintinnidos, Coccolithes y Rhabdolites, etc., más el de estas dos Clorofíceas, constituyeron una sinecia planctónica importantísima en aquellos momentos y cuyas huellas de su pasada existencia se han conservado maravillosamente en estas finas calizas sublitográficas del Titónico mediterráneo. El conocimiento y exhumación de estas dos especies de Clorofíceas se la debemos a los pacientes estudios del profesor Lombard y gracias a él hemos avanzado un paso más en el conocimiento de esas miríadas de microscópicos organismos que llenaron las aguas superficiales de los mares titónicos a lo largo de las futuras formaciones alpinas. Delicadas, frágiles y tenues, como la gota de su protoplasma que se encontraba en el interior de sus membranas cuando la vida alentaba sus diminutos caparazones, esas zoósporas parecían destinadas a no dejar huella alguna de su paso a través de las aguas marinas y de los finos depósitos de barros, en los cuales más tarde quedaron incluídas. Y, sin embargo, bajo el microscopio aparecen todavía hoy, como si la vida que en ellas se albergara un día fuera capaz de desafiar aún la inmensidad de los tiempos transcurridos y con tesón resistiera después las múltiples vicisitudes sufridas por los sedimentos que actualmente las engloban.

## BIBLIOGRAFIA

1. COLOM (G.): «Las calizas con *embriones de Lagenas* del Cretácico inferior de Mallorca».—Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat., vol. 28, pág. 393. 1928.
2. COLOM (G.): «Estudios litológicos sobre el Cretácico inferior de Mallorca».—Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat., vol. 31, pág. 529. 1931.
3. COLOM (G.): «Estudios sobre las Calpionelas».—Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat., vol. 34, pág. 379. 1934.
4. COLOM (G.): «Tintinnidos fósiles».—Las Ciencias. Año IV, n.º 4. Madrid, 1939.
5. COLOM (G.): «*Nannoconus steinmanni* Kamptner y *Lagena colomi* Lapp.»—Miscelanea Almerae, I.ª parte. Barcelona, 1945.
6. COLOM (G.): «La sedimentación profunda de las Baleares durante el Jurásico y el Cretáceo».—Instituto Lucas Mallada (en curso de publicación).
7. COLOM (G.): «Fossil Tintinnids».—En curso de publicación in; Journ. Paleontology U. S. A.
8. DEFLANDRE (G.): «Tintinnoidiens et Calpionelles».—Bull. Soc. Franc. Microsc., Vol. 5. 1936.
9. LAPPARENT (J. DE): «Les calcaires a Globigérines du Cretacé supérieur et des couches de passage a l'Eocène dans les Pyrénées occidentales».—Bulletin Soc. Géol. Franc., IV Sér., Vol. 24, N. 7-8, P. 615. 1924.
10. FRITSCH (F. E.): «The structure and reproduction of the algae».—Cambridge, 1935.
11. HUBER (J.): «Contributions a la connaissance des Chaetophorées épiphytes et endophytes et de leurs affinités».—Thèse Masson. Paris, 1893.
12. LOMBARD (A.): «Microfossiles d'attribution incertaine du Jurassique supérieur alpin.»—Ecl. Géol. Helvet., Vol. 30, N.º 2. 1937.





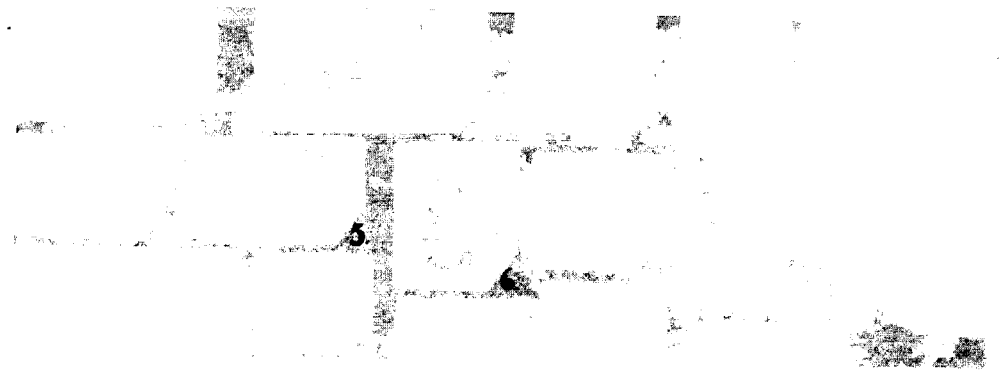


## LAMINA I

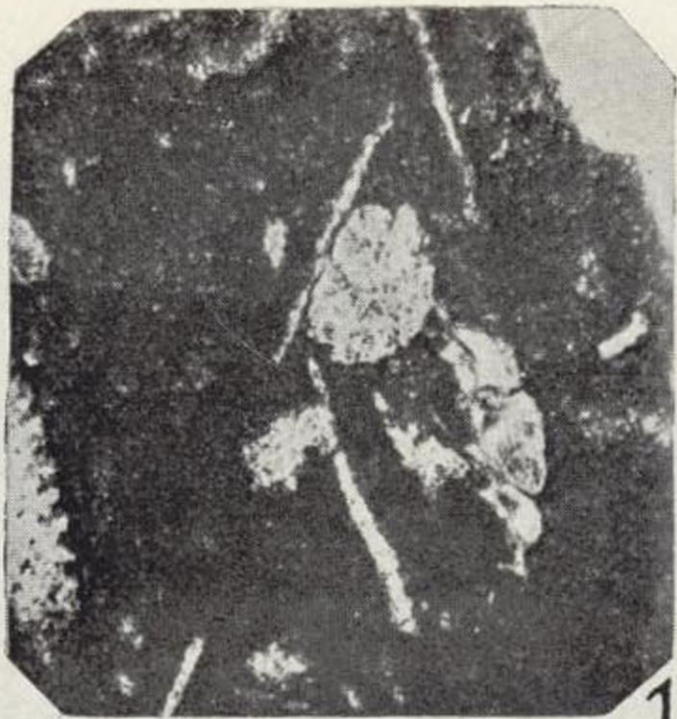
DIBUJOS EN TINTA CHINA HECHOS CON LA AYUDA DE LA CÁMARA CLARA

- Figs. 1, 8-10, 17-18, 22-23, 26-27, 29-31, 40. - Correspondientes a epíficas de zoósporas de la *Globochaete alpina*, llegadas a la madurez y en diferentes estados de su desarrollo, adheridas sobre un substratum.
- Figs. 2-3. - *Fibroesphaera*, de J. de Lapparent, libres en el cemento.
- Figs. 4 y 42. - Zoósporas en estado de división en cadena, de la *Globochaete alpina*.
- Figs. 6-7, 11-16, 21, 34, 41. - Estados de división de las zoósporas de la *Globochaete alpina*, correspondientes a las facies uni, bi y tetralobuladas.
- Figs. 5, 19-20, 24, 32, 33. - Epíficas de zoósporas de la *Globochaete alpina*, llegadas a la madurez y libres en el cemento de la roca.
- Figs. 28, 35 y 37. - Epíficas de jóvenes zoósporas de *Globochaete alpina*, adheridas sobre un substratum.
- Fig. 36. - Serie linear de células de *Eothrix alpina*.
- Fig. 38. - Zoósporas alrededor de un eje central.
- Fig. 39. - Epíficas de jóvenes zoósporas de *Globochaete alpina*, sobre un talo en el cual está también adherida una zoóspora madura y de mayor tamaño de la misma especie. Al lado derecho un talo en el que se observan restos de una de estas grandes zoósporas, pero en muy mal estado de conservación.

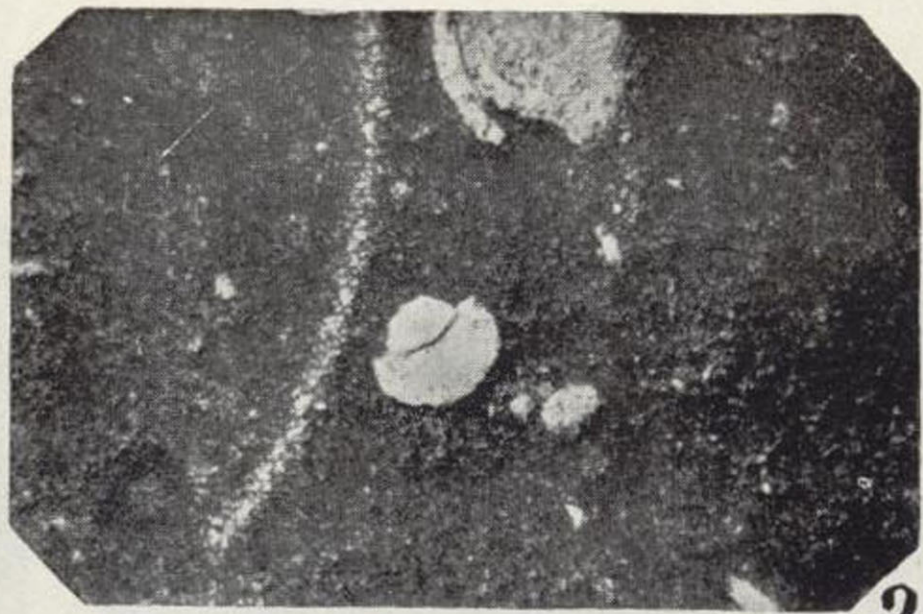
Todas las figuras a  $\times 500$ . Ejemplares del Titónico de Estepa (Sevilla); Ibiza y Mallorca.



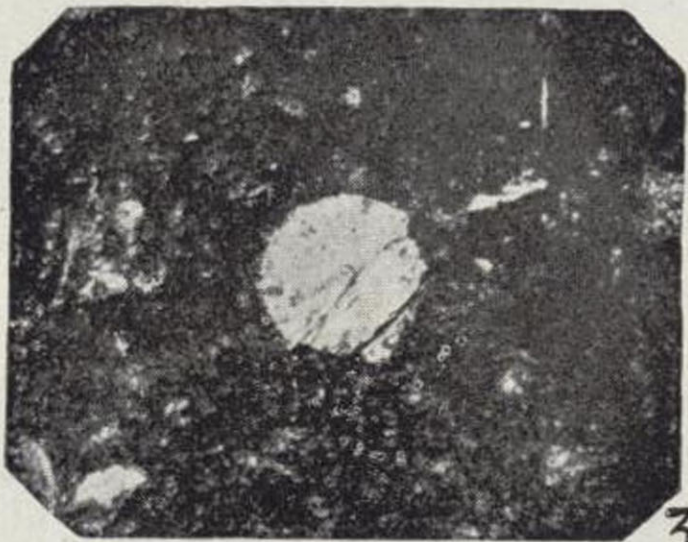




1.



2.



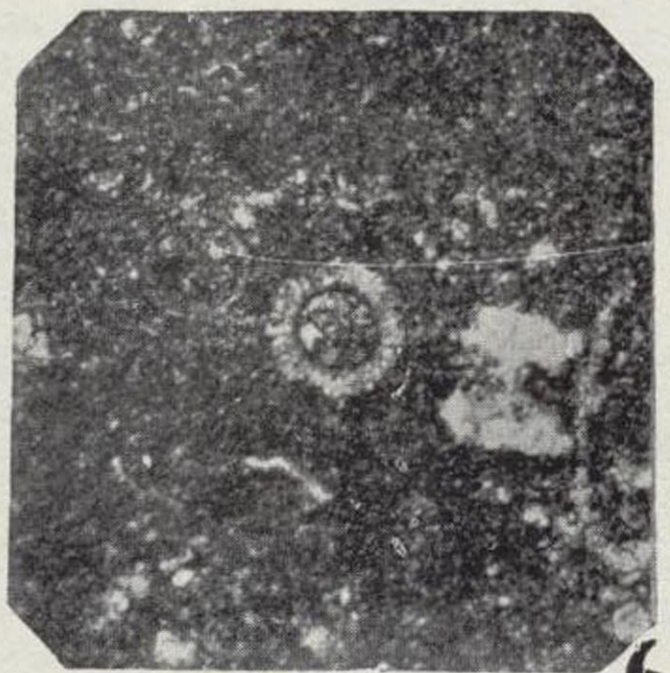
3.



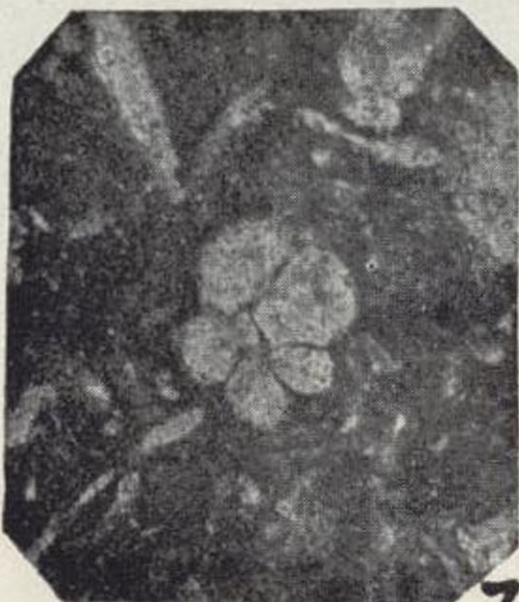
4.



5.



6.



7.



8.



9.

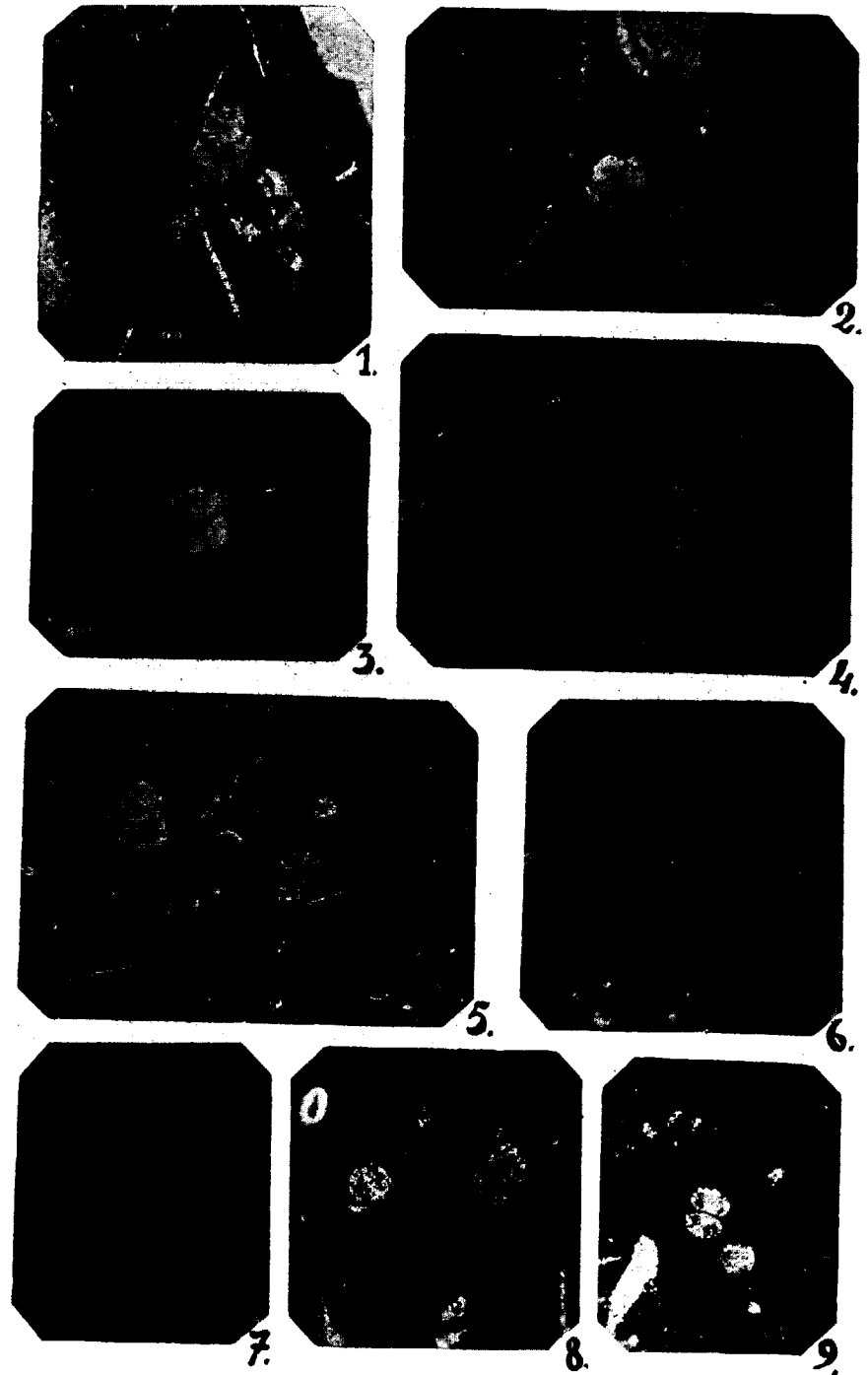


## LAMINA II

## MICROFOTOGRAFÍAS

- Fig. 1.—*Globochaete alpina*.—En el centro, parte superior, una zoóspora madura adherida a un corto talo o substratum. A su derecha, restos de una gran zoóspora muy mal conservada.
- Fig. 2.—Línea arqueada de diminutas zoósporas dispuestas alrededor de un eje. A su lado una gran zoóspora de *Globochaete alpina*.
- Fig. 3.—Una zoóspora en su face esferoidal, o bien seccionada transversalmente, de *Globochaete alpina*.
- Fig. 4.—Grande zoóspora madura de *Globochaete alpina*, en forma de «tortuga», de Lombard, conservando aún en parte restos del talo sobre el cual estuvo adherida.
- Fig. 5.—Dos zoósporas de *Globochaete alpina*, bilobuladas, una de las cuales aparece aún adherida sobre un delgado substratum.
- Fig. 6.—Sección de una *Fibroesphaera* de J. de Lapparent, en el centro.
- Fig. 7. Estado de germinación de la *Globochaete alpina*.
- Fig. 8.—Dos zoósporas bilobuladas de *Globochaete alpina*, una de ellas libre en el cemento y mal conservada (izquierda), y la otra adherida aún a un delgado substratum.

Ejemplares del Titónico de Estepa (Sevilla), Ibiza y Mallorca.  
Aumento,  $\times 200$ .







1.



2.



3.



4.



## LAMINA III

## MICROFOTOGRAFÍAS

- Fig. 1. — Estado de división de las zoósporas de *Globochaete alpina*, bajo la disposición de cadena.
- Fig. 2. Una zoóspora de *Globochaete alpina*, en su face de división tetralobulado.
- Fig. 3. Epifíceas de jóvenes zoósporas de *Globochaete alpina*, cadena muy bien conservada en el centro, hacia arriba, y otra en el ángulo inferior izquierdo, más corta e incompleta.
- Fig. 4. — Delgado filamento ondulado sobre el cual aparecen muchas veces fijadas las zoósporas de las *Globochaete alpina*. A su alrededor se observan zoósporas aisladas, esferoidales o bilobuladas de la misma especie.

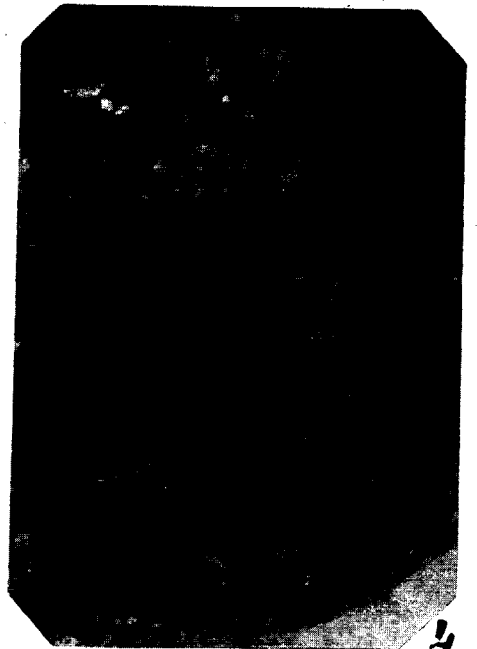
Ejemplares del Titónico de Estepa (Sevilla), Ibiza y Mallorca. Microfotografías a  $\times 200$ .



1.



2.



3.

4.

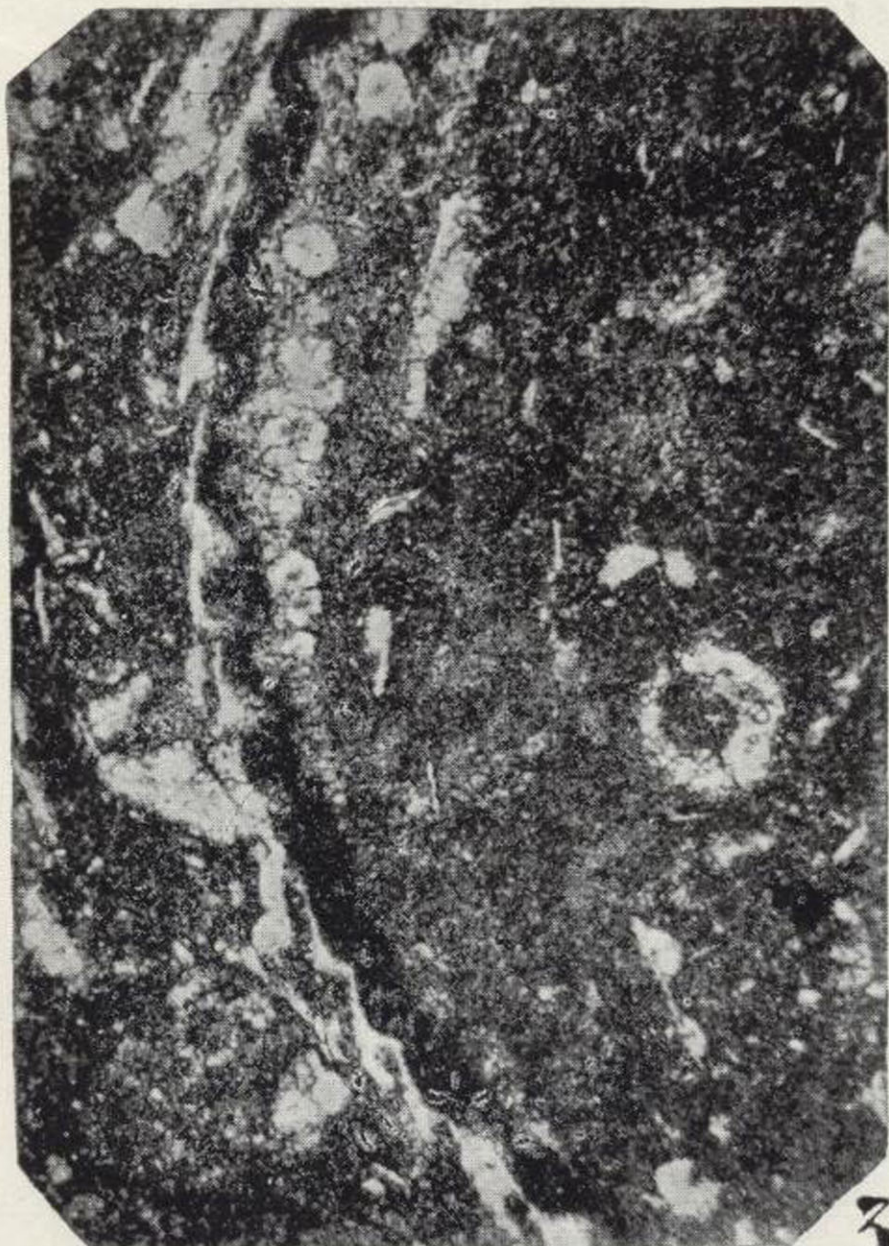




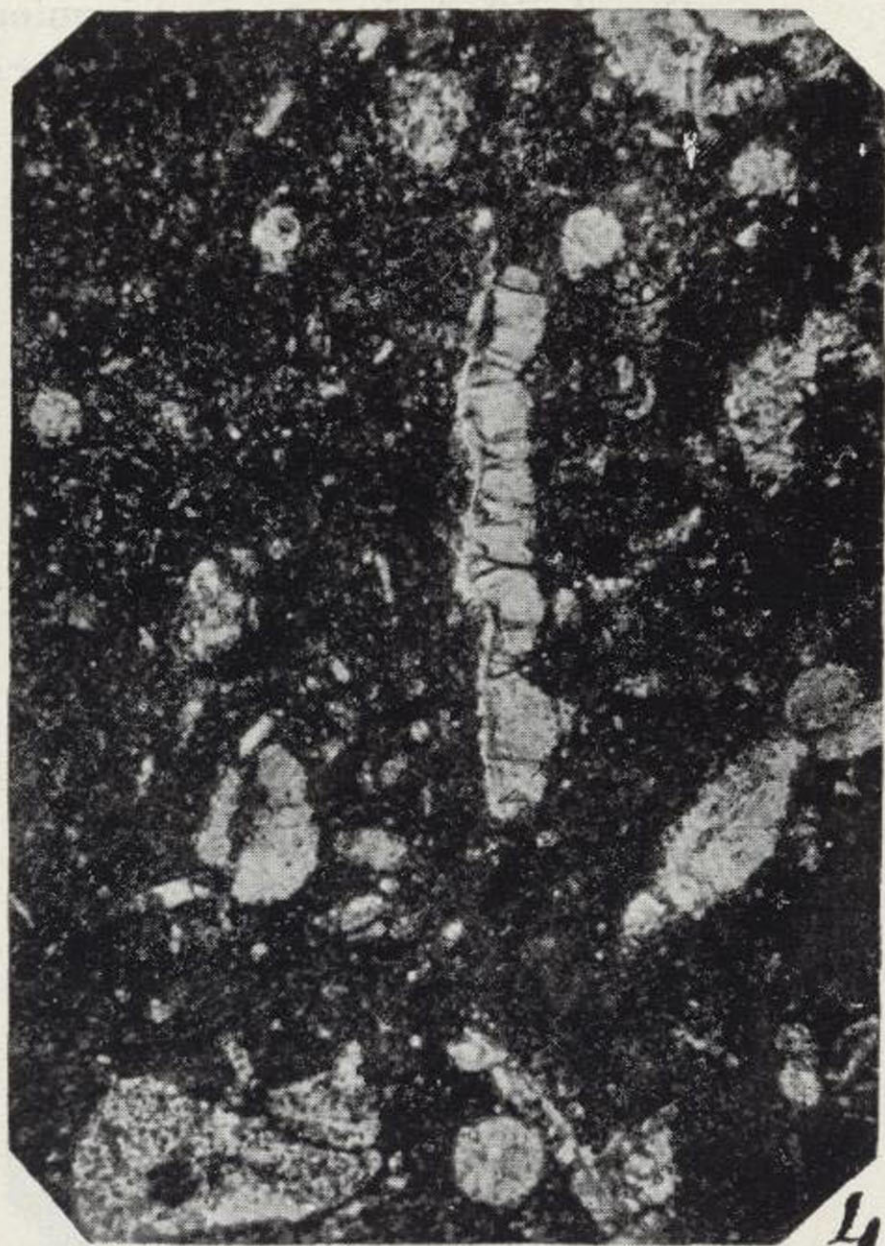
1.



2.



3.



4.



## LAMINA IV

## MICROFOTOGRAFÍAS

- Fig. 1. Zoósporas de *Globochaete alpina*, en diversos estados de división, esferoidales, bilobulados, etc., y casi en el centro una zoóspora en estado muy avanzado de madurez y en forma de urna, con restos de un substratum a su lado izquierdo.
- Fig. 2.— Grupo de zoósporas de *Globochaete alpina*, dos de las cuales, una en el centro, lado superior, y la otra algo más abajo, representan estados avanzados de su desarrollo. La del lado inferior esferoidal, muestra un canal vacío y arqueado, relleno de calcita del cemento.
- Fig. 3.— Un talo en zigzag, apoyándose a su vez sobre un substratum oscuro y más grueso, sobre el cual se hallan adheridas, por ambos lados, diversas formas de zoósporas de la *Globochaete alpina*. En el cemento otras zoósporas de la misma especie, libres y aisladas.
- Fig. 4.— Zoósporas de *Globochaete alpina*, en diversos estados libres en el cemento y en el centro, admirablemente conservadas, una serie de epíficas jóvenes de la misma especie.

Ejemplares del Titónico de Estepa (Sevilla), Ibiza y Mallorca.  
Aumento a  $\times 200$ .



1.



2.



3.



4.





1.



2.



3.



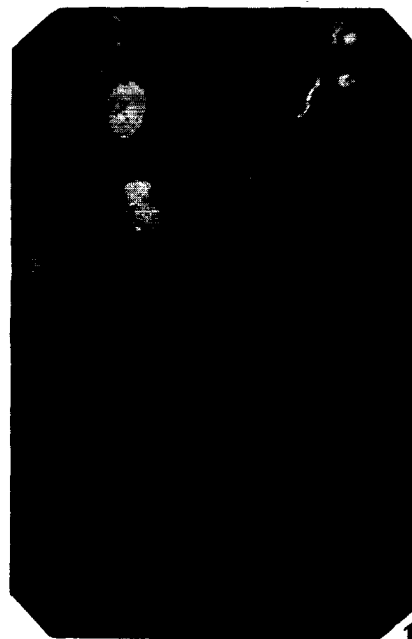
4.



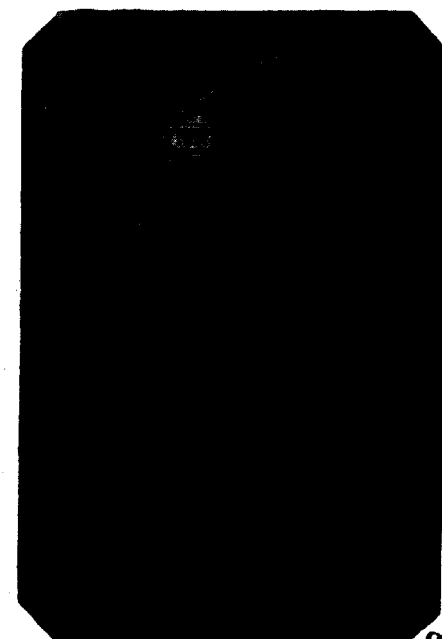
## LAMINA V

## MICROFOTOGRAFÍAS

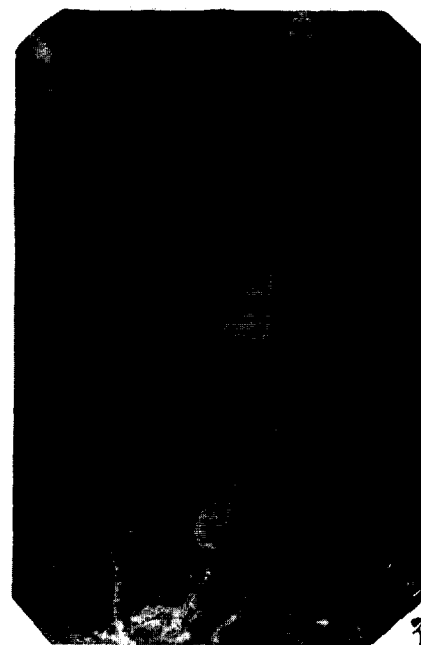
- Figs. 1-3.—Zoósporas de la *Globochaete alpina*, adheridas sobre un delgado substratum. Calizas finas del Titónico de Ibiza (ciudad, serie tectónica meridional). Aumento a  $\times 200$ .
- Fig. 4.—Angulo superior izquierdo: talo angular de *Bohrrix alpina*, y a la derecha larga cadena de células filamentosas de la misma especie. Calizas finas del Titónico de Orient, Mallorca. Aumento a  $\times 200$ .



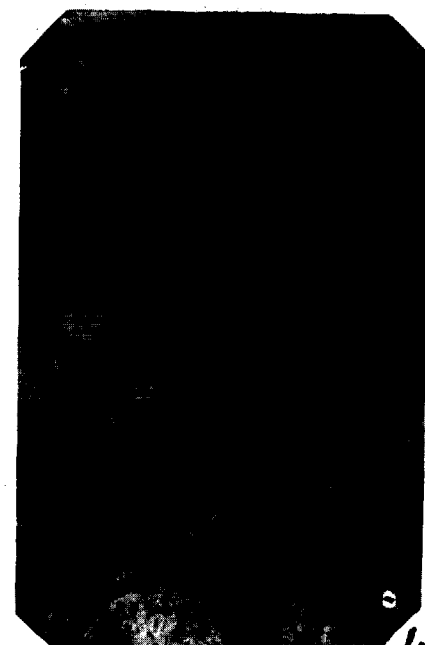
1.



2.



3.

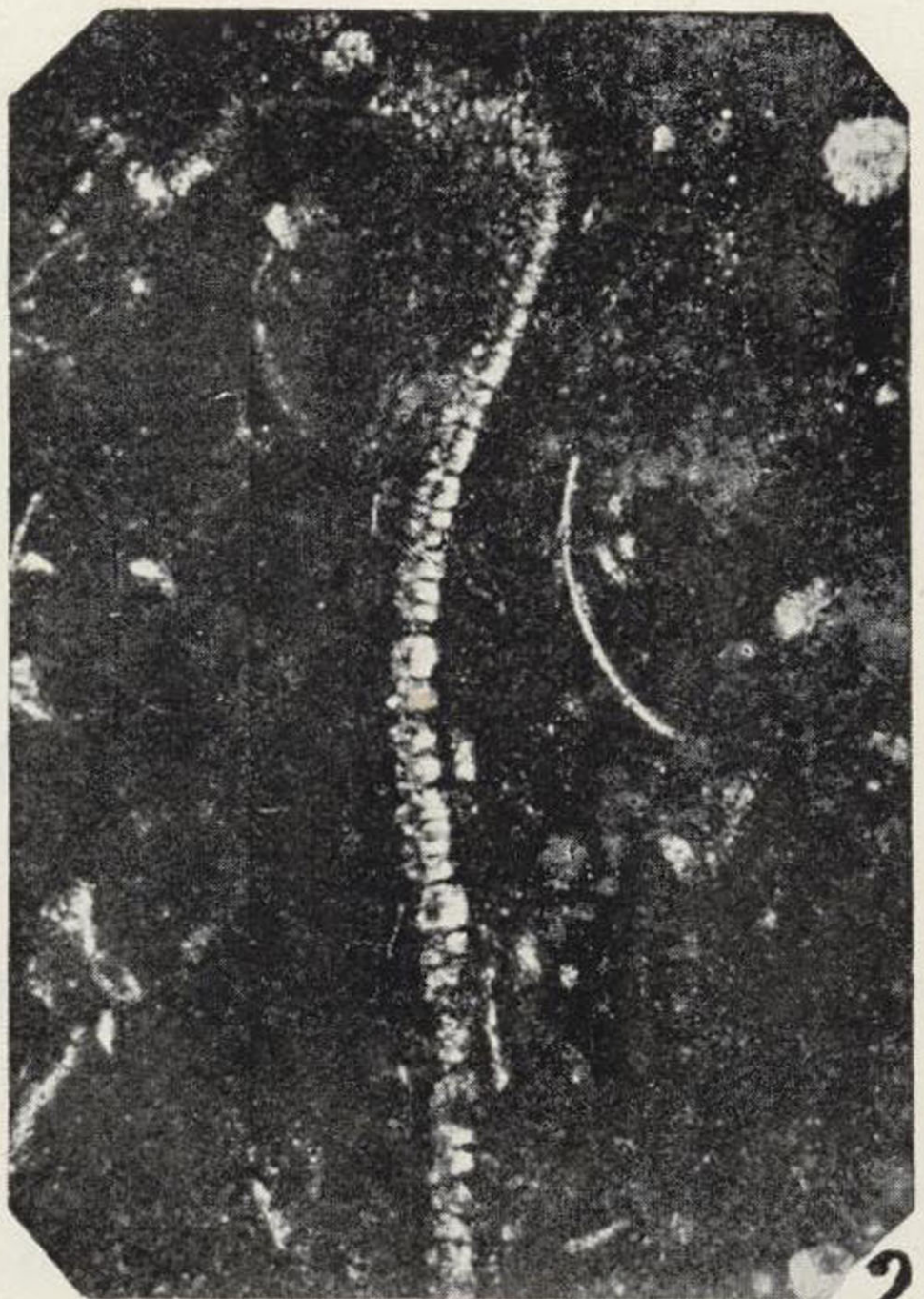


4.

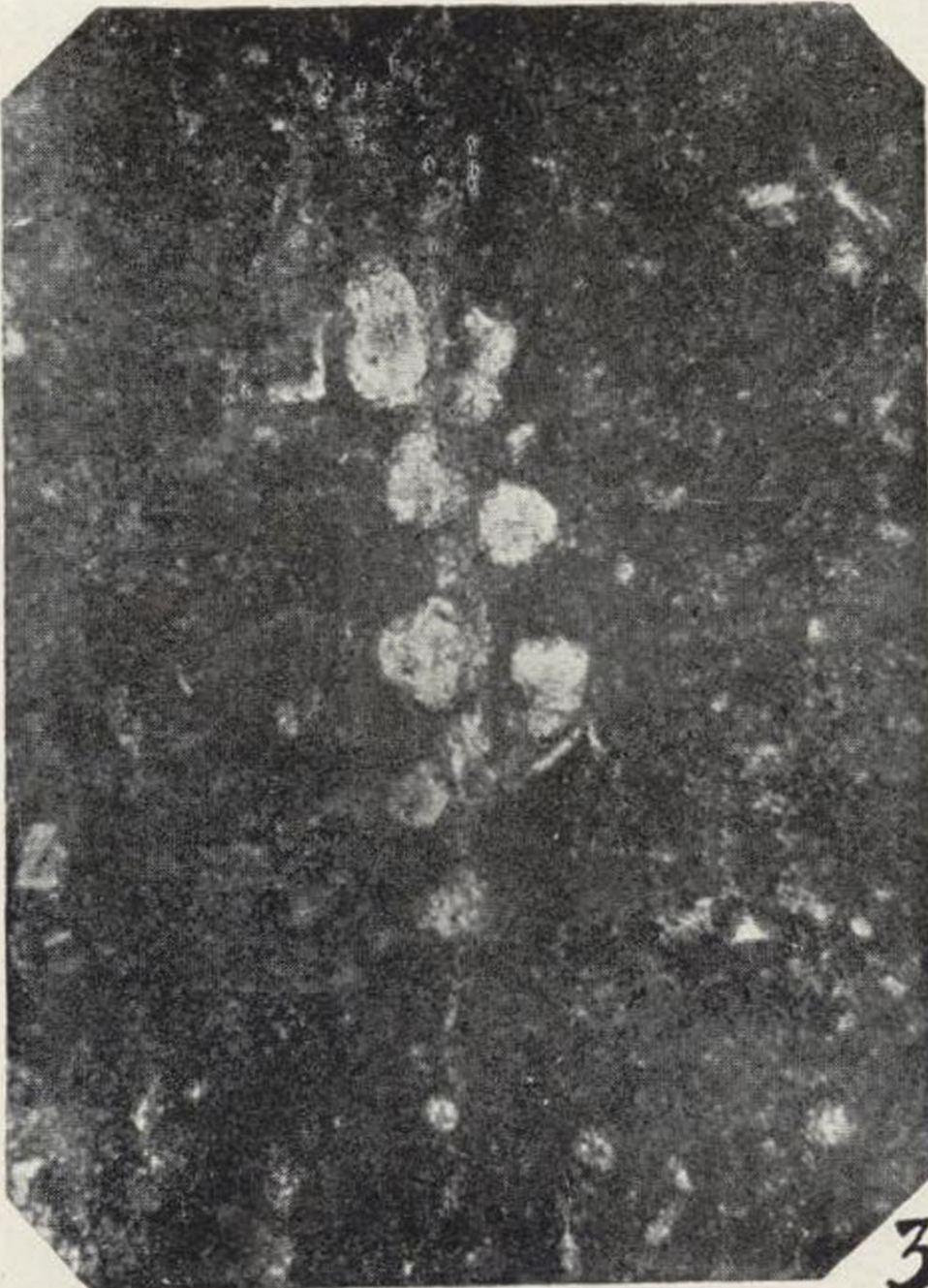




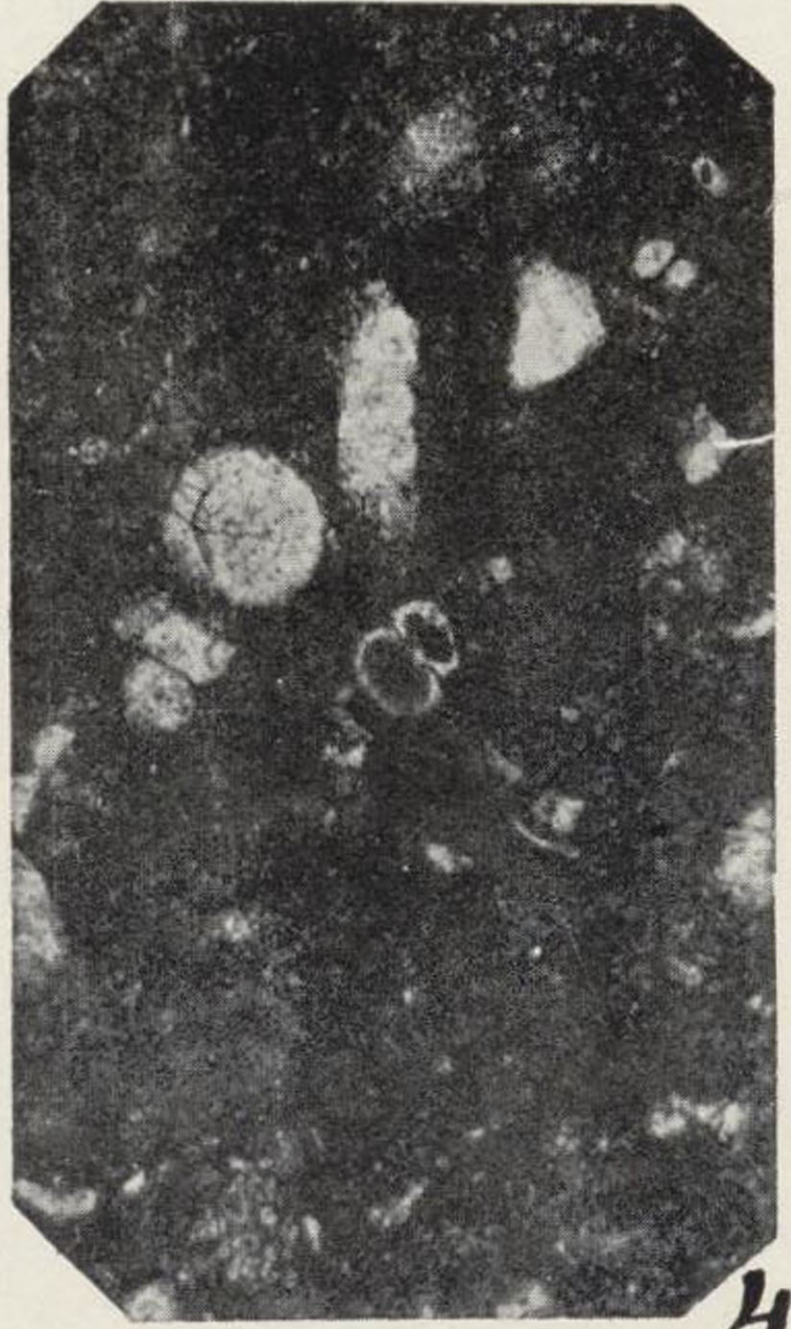
1.



2.



3.



4.



## LAMINA VI

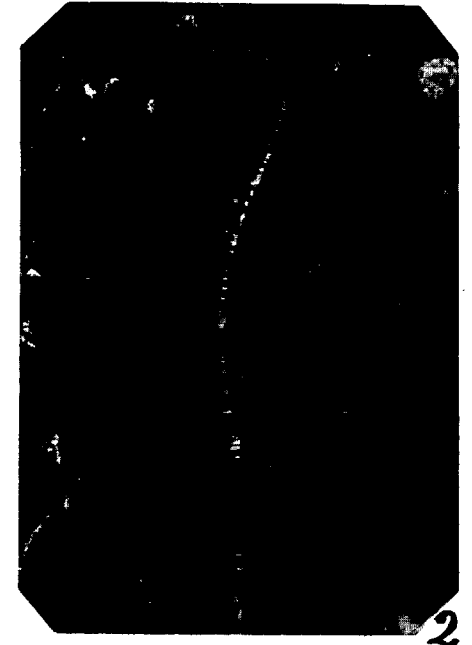
## MICROFOTOGRAFÍAS

- Fig. 1. — Diminutas zoósporas colocadas alrededor de un eje central, arqueado en este caso. La verdadera naturaleza de estos filamentos no parece aún definida y es dudosa su relación con las *Globochaetes*. Zoósporas de *Globochaete alpina*, libres en el cemento.
- Fig. 2. — Largo filamento celular de *Eothrix alpina*, en muy buen estado de conservación.
- Fig. 3. — Zoósporas de *Globochaete alpina*, dispuestas en forma de ramillete en el extremo de un delgado talo.
- Fig. 4. — En el centro una pequeña zoóspora bilobulada de *Globochaete alpina*, cuya membrana exterior aparece tan sólo conservada por la calcita blanca. A su izquierda una sección esferoidal de una zoóspora semejante a la reproducida en la lámina IV, y teniendo a ambos lados otras zoósporas de la misma especie bilobuladas o en cadena.

Ejemplares del Titónico de Estepa (Sevilla), Ibiza y Mallorca.  
Aumento a  $\times 200$ .



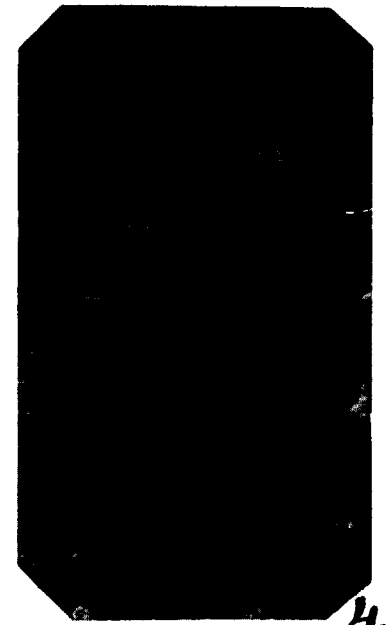
1.



2.



3.



4.

13. LOMBARD (A.): «Attribution de microfossiles du Jurassique supérieur alpin a des Chlorophycées (Proto et Pleurococcacées).—*Eclog. Géol. Helvet.*, Vol. 38, N.º 1. 1945.
14. OLTMANN (FR.): «Morphologie und Biologie der Algen».—2<sup>me</sup> ed., 3 Vols., Fischer. Jena, 1923.
15. VÖGLER (J.): «Beiträge zur Geologie von Niederlanddisch-Indien».—IV Abteilung., 1-5 Abschn., 4. Lief. Stuttgart, 1941.
16. WEST y FRITSCH: «British freshwater Algae».—Cambridge, 1927.
17. WESTSTEIN (R. v.): «Botánica Sistemática».—Ed. española. 1945.

L A M I N A S



**DATOS  
PARA EL ESTUDIO GEOLOGICO DE  
LA BABIA BAJA (LEON)**

FOR

JOAQUIN GOMEZ DE LLARENA Y CELSO RODRIGUEZ ARANGO

## PREAMBULO

El presente trabajo es el resultado de las investigaciones hechas en el terreno durante los meses de agosto y septiembre de 1945. Es también el resultado de otras exploraciones hechas en los años anteriores (1931, 1934 y 1943). El objeto principal de este estudio ha sido el reconocimiento de la formación carbonífera de La Babia Baja y su valoración desde el punto de vista minero e industrial. Además, dado el interés general que ofrece esta región para la geología peninsular, hemos extendido nuestro reconocimiento a distintos puntos de su periferia para examinar la tectónica y hemos visitado algunas cuencas carboníferas (Villablino-Villaseca, Teverga, Sabero) a fin de compararlas con la primera. La falta de material cartográfico de alguna precisión (\*) nos ha impedido fijar con exactitud los datos adquiridos en el campo y tenemos que limitarnos a presentar un bosquejo de mapa geológico, resumen provisional en espera de un reconocimiento más detenido sobre las hojas topográficas, en el que se pueda obtener un cuadro más exacto de la grandiosa estructura tectónica que tan claramente muestra la región. No obs-

---

(\*) La hoja 102 del mapa topográfico nacional a escala 1:50.000 ha sido editada después de nuestra última excursión de 1945.



tante, creemos que los resultados conseguidos ofrecen bastante novedad, y significan un sensible progreso respecto a los estudios publicados anteriormente, por lo que nos decidimos a publicarlos como una contribución a la cartografía geológica detallada que ha de hacerse de tan interesante país.

La Babia es una de las regiones más nombradas, pero menos conocida de la Península Hispánica. Incluso los geógrafos y geólogos han llegado muy raramente a penetrar en La Babia (\*), y sin embargo constituye este rincón de la tierra leonesa uno de los sitios más agradables e interesantes para los especialistas. Los fenómenos fisiográficos y geológicos se muestran bien manifiestos y, aunque no siempre fáciles de reconocer, cautivan la atención desde el primer momento. La Babia Baja se encuentra en la zona tectónica que suponemos de mayor interés en el Norte de la Península, allí donde las capas intensamente plegadas en la fase astúrica de la orogénesis herciniana y dislocadas de nuevo en la orogénesis sábrica, que vienen con un rumbo E.-O. desde la provincia de Palencia, tuercen violentamente su marcha tomando una dirección hacia el Norte, a la vez que recubren en grandioso manto alóctono a la cuenca carbonífera constituida durante el westfaliense. Es la zona de cambio de una estructura tectónica intensa a otra más suave, que se aleja hacia poniente, aunque no por esto deje de mostrarse también esta última de gran complejidad tectónica y estratigráfica. Por su parte, los fenómenos fisiográficos son también del mayor interés;

(\*) Escritas estas líneas llega a nuestras manos un completo estudio de geografía humana de La Babia, cuyo autor es Evelio Teijón Laso, titulado: «El Valle del Río Luna». Comarcas de Babia y Luna, publicado en «Estudios Geográficos», número 24, págs. 419-477, con varios grabados en el texto y cuatro láminas de fotografías del paisaje.

entre los más importantes que la región ofrece está el de la captura del río Luna por el Sil, poco más arriba del borde del manto alóctono que limita La Babia Baja, en el Puente de Las Palomas. La erosión subaérea, trabajando desde los tiempos de emersión del relieve herciniano, ha creado una serie de penillanuras de arrasamiento; los glaciares cuaternarios han dejado sus morrenas frontales y sus circos bien conservados en distintos puntos de la comarca reconocida.

Si bien todos estos datos adquiridos son dignos de mención, aquí nos detendremos más especialmente en los relativos a las formaciones geológicas y su tectónica. A modo de preliminares, sin embargo, haremos breves indicaciones respecto a la fisiografía de La Babia Baja.

## RESEÑA GEOGRAFICA

La Babia constituye una región natural, separada por elevadas crestas montañosas de las regiones colindantes, la cual, junto con Lacedana, forma el ángulo Noroeste de la provincia de León en sus límites con la provincia de Asturias. Abarca la cuenca superior del río Luna y de sus afluentes, entre los cuales el más importante es el Orugo, que recorre La Babia Baja y cuyas fuentes se encuentran en los puertos de Ventana y Torrestío. Por el Norte, La Babia limita con los concejos de Quirós y Teverga, en Asturias; por el Oeste linda con Lacedana; por el Sur con el partido de Murias de Paredes y, por el Este, con el concejo de Lena, en Asturias. Administrativa y geográficamente también se distinguen dos Babias: la Alta, cuya capital es Piedrafita, y la Baja, cuya capital es San Emiliano. Realmente, y de atenerse exclusivamente a la altitud de los puertos de comunicación de esta región con las limítrofes, debieran invertirse los nombres de las dos Babias. La superficie aproximada que ocupan las Babias la estimamos en unos 160 kilómetros cuadrados.

La distancia a que se encuentran de la capital (León) se deduce de los trayectos que aquí anotamos; León-Piedrafita, 71 kilómetros; León-San Emiliano-Torrebarrio, 71 kilómetros.



La Babia es una región montañosa, desarrollada exclusivamente en la zona de plegamientos intensos de edad herciniana (astúrica) y terciaria (sávica) que forman la gran cadena cantábrica, divisoria entre el país litoral y la meseta central española. Su elevada altitud, la diferencia de nivel que tiene respecto a las regiones contiguas de Asturias, su desagüe a la cuenca del Duero, su carácter climatológico y biogeográfico, inducen a considerarla como formando parte de la meseta, según la clásica concepción que se tiene de este elemento morfológico de la Península Hispánica, aunque por su estructura geológica tenga ya un aspecto muy distinto al de las demás partes del Norte del macizo central de España. Lo mismo que ocurre en otros puntos de la Meseta, en el contacto de sus bordes, sea cualquiera el rumbo que estos tengan con las regiones limítrofes, el paso de La Babia a su vecina Asturias se hace por brusco escalón de vertiginoso descenso. La vegetación y el clima cambian también, dada la gran altitud media de la comarca; la primera es propia de la montaña; el segundo, continental, frío en invierno, pero, a diferencia de lo que ocurre en la Meseta, fresco en verano. La Babia es, en suma, un rincón escondido de la tierra leonesa, separado por una barrera orográfica de los extensos páramos que constituyen la mayor parte de la provincia, pero formando parte de ella como su frontera del Noroeste.

La Babia resulta así una amplia depresión, rodeada de elevados muros montañosos y dividida a su vez por crestas menos altas en valles estrechos, cubiertos por reducidas planicies aluviales (lámina I). Expondremos aquí algunos datos de altitud.

León, en plena llanura, al SE. de La Babia, tiene en la entrada principal de la Catedral una placa del Instituto Geográfico y Estadístico, que marca la altitud de ochocien-

tos treinta y nueve metros (839,6). La carretera a La Babia sigue primero el valle del Bernesga, pasado el cual, en Lorenzana, empieza a ascender a lo alto del páramo terciario, cuya cota más elevada alcanza, en el Puerto de Cillerón, los 1.190 metros de altitud. La carretera desciende luego para entrar en el valle del Luna, en la Magdalena, en donde el río tiene la altitud de 880 metros. Desde aquí, la carretera, paralela al río, por cuya vertiente izquierda se desarrolla, va ganando altura lentamente hasta llegar a Los Barrios de Luna, cuya altitud es de 1.033 metros. Más adelante, Villafeliz tiene la altitud de 1.171 m. En la confluencia del río Orugo con el Luna, en Puente Orugo, se alcanza la de 1.150 m. Entrando en pleno dominio de La Babia Baja, desarrollada en el valle del Orugo, tenemos las siguientes altitudes: San Emiliano, 1.180; Pinos, es un afluente del río San Emiliano, 1.270; La Majúa, 1.270; Candemuela, 1.192 metros; Torrebarrio, 1.212 metros; Genestosa, 1.231. En el valle del río principal, el Luna, pero dentro aún de lo que se considera Babia Baja, hemos hallado las siguientes altitudes: Truébano, 1.160; Villasecino, 1.158; Huergas, 1.222; Riolago, 1.240; Róbledo, 1.310, y Cospedal, 1.430. En conjunto se puede considerar que las Babias están formadas por una serie de valles planos (lám. I), unidos entre sí sin grandes diferencias de altitud, pero que están separados por elevadas sierras. El aspecto que presenta la región indica la antigüedad de la fase de denudación subaérea a la cual está sometida. En ciertos puntos se observan rasas en las sierras, que señalan las fases de larga erosión fluvial y el encajamiento posterior de los ríos que luego han formado las planicies aluviales actuales.

Durante una larga época de denudación fluvial, comenzada ya después de surgir los relieves montañosos en época herciniana, se ha ido descarnando el terreno merced a

la erosión diferencial, la cual ataca con más facilidad las rocas blandas (pizarras, areniscas o grauvacas) —disgregadas por meteorización— que las duras (calizas, cuarcitas); así, han ido quedando en relieve estas últimas, que forman paredones verticales o crestas escarpadas (lám. V), entre las cuales se han hendido hoces y barrancos que han acabado por dilatarse merced a la erosión lateral para constituir valles largos y estrechos.

Como un fenómeno del mayor interés en la evolución fisiográfica de la región, diremos que el Luna superior ha sido decapitado en época geológica reciente, probablemente postglaciar, por el Sil, río que teniendo su nivel de base mucho más cercano, ha excavado su cuenca en rápida erosión regresiva hasta capturar no sólo el Luna alto sino una buena parte de sus afluentes (13, 32) (\*). La divisoria principal de aguas entre las cuencas del Miño y el Duero queda así alterada en una región que parecía tan segura, como es el elevado segmento de la Meseta formado por La Babia. El lugar de la captura es el Puente de las Palomas (lám. III), entre Piedrafita y Villaseca (Laceana); está a 1.245 m., pero el fondo de la hendidura allí formada, que ha sido tajada por la erosión vertical del río en las calizas devonianas, está a 60 metros más abajo, apenas visible desde la altura vertiginosa a que queda el puente. Villaseca, distante varios kilómetros, junto al Sil, está a 1.045 m. de altitud, Villablino, a 1.000, y Ponferrada, ya en la amplia depresión del Bierzo, a 541. La erosión regresiva del Sil, río principal de la cuenca del Miño, va modificando con visible rapidez el relieve de La Babia, que hasta la época postglaciar seguía en lenta evolución, en la fase

(\*) Los números entre paréntesis indican las citas de la Bibliografía que figura al final de este trabajo.

senil de un ciclo de erosión fluvial, comenzado a formarse en tiempos muy remotos, desde la emersión del país sobre las aguas del mar westfaliense y que ahora se va rejuveneciendo, por distintos puntos, debido a esta captura.

Los valles y vallejos planos que forman La Babia están limitados, salvo en la región de captura del Puente de las Palomas, acabada de citar, por altas cresterías montañosas, que culminan en la Peña Ubiña u Obiña, a 2.417 m. de altitud. Este monte (lám. II) resulta así una de las cumbres más elevadas de la cadena cantábrica y la de mayor altitud de todo el NO. de Asturias y León. Desde su cumbre, y cerrando el fondo de una imponente crestería, se observa cómo se yerguen, al otro lado de Asturias, la Torre de Cerrredo, de 2.642 m., el Llambrión, de 2.639, y la Peñavieja, de 2.615, en los Picos de Europa. Por el Oeste de la Peña Ubiña se alzan otras murallas limitantes de La Babia, también de considerable altura, y que pasan de los 2.000 metros de altitud: Picos Albos, 2.186 m., Ferreirúa y Morro Negro; por el Sur se destacan Valgrande, de 2.081 m.; Cañada, de 2.154; Churros, de 1.984, y Cáscaros, de 1.849.

La cresta de la Peña Ubiña y La Becerrera, vista desde el lado del Puerto de Pajares, ofrece un aspecto clásico de alta montaña. Sus escarpes, del lado de Torrebarrio, son en algunos puntos desplomados, mostrando enhiestos los potentes bancos verticales de la caliza carbonífera, nunca mejor llamada de montaña, que la forma (lám. V). De la misma manera, los puertos que comunican La Babia con las comarcas limítrofes a través de las crestas montañosas, son también muy elevados. Por el de Ventana, que se halla a los 1.540 metros, pasa la carretera de San Emiliano a Teverga. El Puerto de Trespando, por el que se pasa de La Babia al valle de Saliencia, en Asturias (Pola de Somie-

do), está a unos 1.600 m. de altitud. Más elevados aún se hallan los que cruzan las sierras calizas, como el Puerto de Palo, a 1.680 m., al extremo de la canal de Pinos, o el Collado, entre las Peñas Ubiña, Grande y Pequeña, que está próximamente a 2.000 m. de altitud y que sirve también de paso al valle de Tuiza y otros contiguos en Asturias.

### Clima

Por su altitud tan elevada y por estar rodeada de montañas mucho más altas aun que ella, La Babia es un país frío de rasgos climáticos semejantes, pero más acentuados, a los que presenta la tierra alta leonesa; sin embargo, por su proximidad a Asturias, sometida a la influencia del mar, resulta algo modificada la rudeza que podía esperarse en cuanto a su temperatura. No obstante, el invierno se presenta a veces crudo y en San Emiliano se señalan temperaturas de veinte grados bajo cero. La nieve cae abundante, a veces desde fines de agosto, y los puertos se cierran por largo tiempo. El verano no es caluroso nunca. La lluvia no es abundante. Predominan así los caracteres climáticos propios de la Meseta, que contrastan con los de Asturias, región muy lluviosa y de clima suave.

Señales de clima más riguroso de la época cuaternaria se observan en distintos puntos de las cordilleras que rodean La Babia. Existen aún pequeños circos glaciares de las últimas fases cuaternarias en las laderas de la Peña Ubiña o en los montes detrás de Torrestío y en la alineación montañosa meridional de Valgrán a Churros, que fueron formados por el trabajo de los hielos, y se notan en la base y laderas de estos circos los restos de las alineaciones morrénicas que acompañaban en su lento descenso a la masa glaciaria.

ciones morrénicas que acompañaban en su lento descenso a la masa glaciaria.

Dado este clima, y la altitud a que se encuentra el país, se comprenderá que en el tipo de actividad humana ha de predominar la cría del ganado, por disponer de pastos abundantes, estando los cultivos reducidos a las estrechas vegas formadas en los valles.



## **GEOLOGIA**

### **Historia de los reconocimientos geológicos de la región**

No es muy dilatada ni antigua la historia que podemos hacer de la geología de la cuenca carbonífera de La Babia. Existen, de seguro, informes particulares de empresas mineras, cuyo estudio habría de sernos tan valioso en nuestro tema, pero salvo los cortes que amablemente nos ha facilitado D. Marcelo Jorissen, Ingeniero-Director de la Sociedad «Minero Siderúrgica de Ponferrada», y los informes verbales que nos ha dado en distintas ocasiones D. Victoriano Sacristán, Ayudante Facultativo de la misma empresa, las fuentes que hemos utilizado son las impresas en centros oficiales, y aparecidas, sobre todo, en el Instituto Geológico de España o en la Sociedad Española de Historia Natural.

Haremos un breve resumen de los trabajos publicados que hemos podido ver.

Los rápidos reconocimientos de los antiguos geólogos (Casiano de Prado, Verneuil, etc.) han dedicado mayor interés a otras regiones de la provincia.

G. Schulz (28) estudia el carbonífero de Teverga, que se prolonga por Torrebarrio. Este autor manifiesta que se trata de un terreno carbonífero enclavado en el devoniano, el cual principia al Sur de Tameza, se ensancha en el valle

de Teverga, se estrecha en el Puerto de Ventana y vuelve a ensancharse mucho en la región de Torrebarrio y Genesotosa, ya en las montañas de León. Esta faja carbonífera se halla acompañada por su lado oriental de una faja de caliza, al parecer carbonera, y que, según expresa Schulz, está a plomo o tal vez recostada sobre el terreno devoniano de la parte Este, constituyendo una montaña muy prolongada, que en su parte meridional y más alta, entre Teverga y Quirós, se llama Peña de Sobia. Después de ocuparse del terreno carbonífero en la parte de Teverga dice: «Un poco más al Sur principia dentro del terreno carbonífero un enorme banco de pudinga silíceo, que está a plomo, y con el ancho de 200 a 500 m. corre durante dos leguas hacia el SE., más allá del lugar de Páramo, donde se divide en dos ramales, siguiendo el uno con inclinación al Sur hacia el Puerto de Ventana, y el otro toma la dirección NE. hacia la Collada de Garrafe y Quirós; en esta pudinga silíceo, parecida a la de Tineo y más a la de Mieres y Tudela, hay algunos guijarros comprimidos y muchos con impresión leve de otros; algunos bancos de carbón corren por el Sur de esta pudinga y asoman, *verbi gratia*, en San Juan de Volantes y entre Páramo y Montes de la Puerca, pero más importantes son en Torrebarrio, de la provincia de León». El ancho de este terreno carbonífero, según Schulz, varía de uno a siete kilómetros, siendo angosto por el extremo del Norte hacia Tameza y más aún por el Sur, al pasar el Puerto de Ventana.

En 1876, E. Abella (1), siguiendo a Schulz, fija la situación de la pudinga y de los bancos de carbón que penetran por Puerto Ventana procedentes de Asturias.

L. N. Monreal (20) se ocupa con algún detenimiento del estudio del carbonífero de la provincia y llega hasta cerca de las regiones objeto de nuestro trabajo.

Sobre los datos de Monreal se apoya luego Mallada (19) al describir la parte referente al carbonífero de León; no cita la cuenca de La Babia y dedica solamente una línea a lo que llama «Cuenquécita de Lacedana», manifestando que los escasos datos que de ella se conocían se deben a D. Angel Rubio.

J. Revilla (25), en 1906, fué el primero que se dedicó a visitar y estudiar con algún detenimiento La Babia, en donde pudo señalar la disposición del terreno y la marcha de las capas de carbón por él reconocidas. A Revilla se debe el mapa geológico de los terrenos carboníferos de la provincia de León, en donde se señala el enlace de la cuenca de La Babia con la de Asturias, pasando por Puerto Ventana, y se continúa la formación, torciendo con rumbo hacia el Este, para unirse a las cuencas del NE. de la provincia de León y llegar hasta la de Palencia. Revilla señala esquemáticamente dos paquetes o series de capas carboníferas que se extienden de uno a otro extremo de la formación, manteniéndose paralelos en todo su trayecto.

Adaro, en 1911 (2), al hablar de los yacimientos de carbón de la provincia de León, sigue a Revilla en todo lo que dice al referirse a La Babia. Más tarde, en 1914 (3), en su obra «Bosquejo estratigráfico (corte horizontal) de la zona ferrífera central de Asturias», insiste en su punto de vista de suponer al carbonífero que pasa de una a otra vertiente del Puerto Ventana como del tramo inferior. Este mismo autor, ampliando la división estratigráfica propuesta por Barrois en su magno estudio de los terrenos antiguos de Asturias y Galicia (7), fija los distintos tramos del carbonífero con nombres que desde entonces han quedado en uso en la cuenca asturiana. El hullero inferior, según la terminología de Adaro, queda dividido en «tramo subhullero» y «tramo inferior»; el hullero medio en «tramo

medio» y «tramo supramedio». Por desgracia, la obra emprendida con tanto entusiasmo y competencia por Adaro, dedicado desde hacía muchos años al estudio de esta región, fué interrumpida por su muerte, y así ha quedado solamente de ella el gran Atlas, obra póstuma, editada en el año 1926 (6).

Fábrega (12) hace una breve alusión a la cuenca de Teverga y su prolongación en León, sin que del texto se deduzca que la haya visitado.

El trabajo más importante aparecido después del de Adaro es el de R. Urrutia (31), publicado después de la muerte de su autor, en el año 1922, por R. Rotaèche. Este último ha recogido apuntes y cortes que aquél pensaba publicar en el año 1920, los cuales contienen ideas claras y precisas sobre la estructura estratigráfica y tectónica de los terrenos hulleros de la provincia de León, especialmente de las cuencas del Este (Sabero, Guardo). Aunque las notas publicadas por R. Rotaèche no hacen referencia a la cuenca de La Babia, en el «esquema estratigráfico» que figura en la primera lámina se señala la disposición general de los terrenos y se reconocen las líneas que enlazan la cuenca de La Babia con las contiguas afines: es de desear que el Instituto Geológico y Minero siga publicando los apuntes de Urrutia, para que no se pierda una labor que seguramente ha de ser de resultado positivo en el estudio de la geología de las regiones visitadas por este geólogo.

Por la misma época que Urrutia recogía sus apuntes para publicarlos, editaba I. Patac su obra «La formación uraliense asturiana» (21). En su extenso estudio sobre la filiación estratigráfica de las formaciones carboníferas del Norte de España, este autor considera la cuenca de San Emiliano como formando parte del desbordamiento del mar uraliense, que invadió el interior del país y formó un

largo brazo, que viniendo del Este, desde Valderrueda, se prolongaba por el Oeste y pasaba por La Babia Baja, para atravesar por Puerto Ventana hasta la región de Teverga, en Asturias. Más tarde Patac publica su obra (22) sobre el antracolítico de Asturias y León, en la que insiste sobre los mismos puntos de vista.

Aun más recientemente ha publicado Patac un trabajo sobre las relaciones estratigráficas entre varias cuencas hulleras de Europa (23), pero refiriéndose a las de Asturias sólo ha tratado de la cuenca central, sin aludir a la de Teverga ni a las cuencas de León.

La obra de Patac, sin embargo, es de la mayor importancia para poder determinar con mayor precisión la filiación estratigráfica de los distintos tramos del carbonífero, por lo que nos ha sido de gran utilidad.

En 1943, P. Hernández Sampelayo (16) determina los fósiles hallados por nosotros en el cambriano de Genes-tosa. En 1945, uno de nosotros publica una breve nota sobre el hallazgo de fósiles del cambriano (14).

En cuanto a los informes particulares de sociedades mineras, como ya antes indicábamos, sólo podremos citar las observaciones verbalmente transmitidas por el Ingeniero Director Sr. Jorissen y el Ayudante Facultativo señor Sacristán, de la «Minero Siderúrgica de Ponferrada», quienes, en principio, consideran la pudinga del Puerto Ventana como de la base del westfaliense medio, y las capas de carbón como perteneciendo unas a las que en Asturias llevan el nombre de «Generalas» y otras a las del «nivel de las calizas».

Como trabajos de consulta de regiones contiguas a la nuestra, hemos utilizado la ya citada obra de Schulz (28), y sobre todo la extensa obra de Ch. Barrois (7), en la cual se fijan los distintos niveles reconocidos en los terrenos



antiguos de Asturias y Galicia y se establece la denominación y ordenación estratigráfica del carbonífero asturiano, que luego ha sido seguida y definitivamente adoptada, lo mismo por los geólogos que por los mineros españoles, al referirse a estos terrenos.

En 1921, López Agós (18) recopila los datos paleontológicos sobre el carbonífero de España, en un estudio que nos ha sido útil en el nuestro. Las obras de E. Cueto (9, 10) nos han prestado valiosos datos tectónicos para interpretar la estructura de nuestra cuenca. Recientemente, un autor francés, P. Comte, ha venido publicando en breves, pero muy interesantes notas, los resultados de sus excursiones por el Norte de la provincia de León (8).

Como continuación de trabajos ya emprendidos por otros autores, M. Ruiz Falcó y R. Madariaga se proponían establecer, de modo seguro y utilizable por los mineros, la ordenación paleontológica de los distintos tramos del carbonífero, basándose, para ello, en las faunas encontradas en las distintas cuencas, que una vez bien determinadas habrían de permitir hallar el paralelismo de las capas y facilitar por tanto su explotación (27).

La obra de R. Falcó y Madariaga contiene la más completa bibliografía que conocemos hasta ahora relativa a las formaciones carboníferas y pérmicas de la Península Ibérica, y comprende desde el año 1931 hasta el 1935. Las numerosas listas de animales fósiles, estudiadas y reconocidas por estos autores, les han llevado a fijar con una mayor precisión que la lograda hasta ahora, la edad de las cuencas carboníferas de la Península, consideradas en su conjunto. Desde Barrois, en 1882, no se había estudiado la fauna carbonífera con tanta amplitud como en este trabajo. Desgraciadamente la muerte truncó la obra de estos beneméritos geólogos. Las muy valiosas colecciones de Mada-

riaga, conservadas en su mayor parte en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, merecen ser estudiadas por los especialistas, ya que se cuentan entre las más completas de la fauna carbonífera española y especialmente asturiana.

En 1944, P. H. Sampelayo, publica su «Columna estratigráfica del carbonífero y permiano» (en la obra 17), que junto con la ya citada obra de I. Patac facilita la clasificación de los terrenos carboníferos asturianos y leoneses.

### Descripción geológica

Dividiremos nuestro estudio geológico en una parte estratigráfica y otra tectónica. Estratigráficamente, los terrenos que hemos encontrado en La Babia son todos de la era paleozoica: cambriano, siluriano, devoniano y carbonífero. Terrenos más recientes, que recubran aquéllos, no existen en ningún punto de la cuenca. La región ha quedado alejada para siempre de las invasiones del mar durante el secundario y terciario. Solamente el fondo de los valles está oculto por una capa superficial de terrenos de acarreo fluvial, y algunas vertientes, como las de la Peña Ubiña, están sepultadas por extensos mantos de escombros procedentes de la demolición de las escarpadas crestas de la caliza de montaña.

Como muestra el mapa geológico, aparece una cuenca carbonífera enclavada entre la caliza de montaña que la limita por el Este y un conjunto de terrenos antecarboníferos que la rodea por el Sur y Oeste. En su parte inferior un ingente anticlinal devoniano separa la cuenca en dos ramas.

Los terrenos que bordean la cuenca carbonífera por el Sur y Oeste forman largas y estrechas bandas que en casi todo su trayecto están volcadas y constituyen alineaciones paralelas de una gran longitud. Esta disposición de apretados paquetes de terrenos paleozoicos, que van desde el cámbrico medio hasta el devónico superior, se extiende por todo el Norte de la provincia de León, empezando en su extremo oriental, ya en la provincia de Palencia, y se dirige de oriente a occidente, formando el borde meridional de la cordillera cantábrica, para torcer violentamente, en brusco codo, hacia el Norte al llegar al extremo Oeste de La Babia Baja, y entrar en Asturias por el Puerto Ventana. Las capas del carbonífero inferior, que acompañan en todo este largo trayecto a las del paleozoico antiguo, se doblan violentamente al extremo del anticlinal devoniano, al cual aparecen adosadas, se desprenden de él en su mayor parte por el empuje que sobre ellas ejerce el macizo de las Peñas Ubiñas y toman la misma dirección septentrional que los terrenos anteriores, tanto del lado Este como del Oeste. A pesar de este enérgico empuje que ha hecho saltar los terrenos anteriores sobre los carboníferos, ha quedado una estrecha banda de estos últimos al descubierta, constituyendo, al Norte del anticlinal devónico, un ensanchamiento, que forma así la cuenca productiva de La Babia. Antes de llegar al Puerto Ventana, la formación carbonífera de La Babia que, como veremos, es de edad westfaliense, queda oculta en su parte oriental por los depósitos de la base de la transgresión posterior (uraliense), constituidos por grandes espesores de pudinga silícea, pero se la puede seguir hasta la cuenca de Teverga, que es de la misma edad westfaliense y presenta la misma disposición estratigráfica y tectónica.

En cambio, contra lo que pudiera creerse, la cuenca de

Laceana, o mejor de Villablino-Villaseca, no tiene relación ninguna inmediata con la de su contigua, la de Babia. Ni su disposición tectónica ni su edad son las mismas. La cuenca de Laceana está constituida por depósitos del carbonífero superior, se formó después del plegamiento principal del carbonífero, ocurrido entre el westfaliense y el estefaniense, y su estructura tectónica es mucho más sencilla. Además, como carácter especial, clásico de muchas de las cuencas estefanienses, tiene intercalaciones de rocas hipogénicas, de estructura porfirica, inyectadas a través de sus estratos, hecho que no vemos en La Babia y, en cambio, lo reconocemos en las cuencas asturianas de la comarca de Cangas de Tineo.

Siguiendo el orden estratigráfico de los terrenos que hemos reconocido en la cuenca y prescindiendo por el momento de la disposición tectónica en que aparecen, describiremos el cámbrico, el silúrico, el devónico, el carbonífero inferior, el medio y el superior. Aunque también de gran interés, desde el punto de vista fisiográfico, prescindiremos aquí del estudio de los terrenos cuaternarios y aluviales, que en distintos puntos ocultan los terrenos paleozoicos, por quedar fuera del objeto especial de este trabajo.

### CAMBRICO

La intensa presión orogénica que ha sufrido la zona objeto de nuestro estudio, en el plegamiento herciniano, ha hecho saltar sobre los terrenos carboníferos una gran masa de depósitos de edad anterior. Esta masa forma un manto alóctono de recubrimiento anormal, cuyo espesor pasa en

algunos puntos de los 1.000 metros. Los niveles más bajos de este manto corresponden al cámbrico medio.

Gracias al hallazgo de numerosos yacimientos de fósiles hemos podido atribuir con certeza la edad cámbrica a estos terrenos, a los que hasta ahora, a falta de estudios precisos, se les venía atribuyendo la edad devónica o la carbonífera; así, por ejemplo, en el detallado mapa de L. Adaro y G. Junquera (5) la gran faja de caliza cámbrica que limita bruscamente la formación carbonífera de Páramo y Teverga está señalada con el color de la caliza carbonífera. Nosotros hemos reconocido la caliza cámbrica en Villanueva de Teverga; es posible que el manto alóctono que recubre los terrenos carboníferos se continúe hacia el Norte de este punto. Sería interesante seguir el camino de la cobijadura hasta su extinción, que a juzgar por este mapa acaso se encuentre en Tameza o más allá, pasado el valle del Nalón, al Este de Grado.

Ya en el año 1943 tuvimos la suerte de encontrar en Genetosa el primer yacimiento de fósiles cámbricos, los cuales, estudiados por el especialista P. H. Sampelayo (16), dieron, para el nivel de pizarras verdes en donde se encontraban, la edad mesocambriana o acadiense. Bajo estas pizarras se encuentra todavía una caliza marmórea nodulosa, roja en sus tramos superiores y blanca o amarillenta en sus tramos inferiores, en la cual aparecen restos indeterminados de conchas de bivalvos y braquiópodos y fragmentos de cistoideos.

La meteorización de la caliza cámbrica marmórea facilita la distinción de ésta respecto a la devónica o a la dinantiense o namuriense, llamada mármol grioto. Tanto el mármol cámbrico como el grioto son de color rojo y están constituídos por delgados estratos alternantes, blancos y rojizos, con restos menudos de fósiles; la semejanza es tan

grande, al primer momento, que se comprende que hasta ahora se haya considerado una buena parte de la caliza cámbrica como devónica, pero la acción atmosférica selecciona por corrosión diferencial los distintos elementos sedimentarios y así se ve que la cámbrica es nodulosa, con núcleos de caliza dura, rodeados de un cemento más silíceo (lám. V), en tanto que el mármol grioto o guinda, mucho más fosilífero, con ejemplares determinables, se meteoriza más homogéneamente.

En Lán cara, no lejos de la región por nosotros visitada, P. Comte ha reconocido (1937) en esta caliza la «fauna cámbrica más rica de la Península». La zona estudiada por este autor ya era célebre desde el hallazgo hecho por Casiano de Prado de la fauna primordial (1860). La edad de la caliza de Lán cara es, según P. Comte, la acadiense.

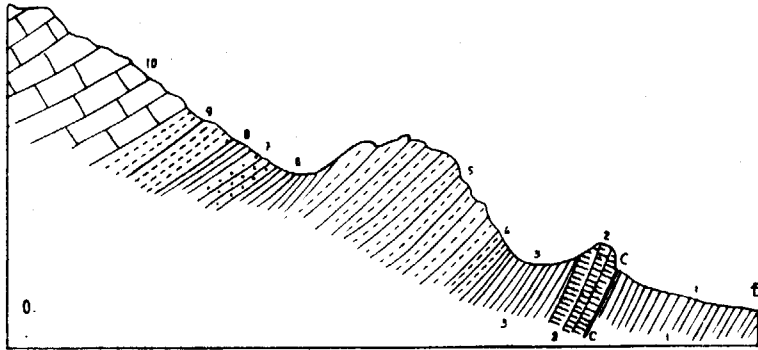
El espesor de la caliza es bastante uniforme en la zona nuestra, entre los 20 y los 30 metros, pero en la sierra de La Miel adquiere una potencia grande, acaso debida a una anomalía tectónica de detalle, semejante a la observada en la Hoya de los Billares, en San Emiliano, en donde existe una repetición del tramo cámbrico en un breve trayecto del manto alóctono.

La caliza cámbrica forma un mármol basto que se emplea para cercas de puertas y ventanas, escalones, etc. W. Simon estudia la formación de las calizas cámbricas de Sierra Morena, algunas de las cuales muestran un aspecto semejante al de las de La Babia. (W. Simon: «Lithogenesis Kambrischer Kalke der Sierra Morena, Spanien, Senkenbergiana». Bd. 21. 1939.)

A la caliza roja, en brusco cambio de facies, sigue el «tramo de las pizarras verdes», que en La Babia se muestran muy fosilíferas por todas partes. En realidad, el color verde lo toman estas pizarras cuando están alteradas; en



fresco son oscuras, pardas y aun negras. Su espesor es, por lo general, doble del de las calizas; son muy delezna- bles en la superficie, pero, en cambio, tenaces en la pro- fundidad, por lo que el momento más favorable para sacar enteros los exuvios de los trilobites que contiene es cuando



Corte I.—Esquema de la constitución estratigráfica del manto alóc- tono en la vertiente izquierda del valle de La Majúa (más arriba las calizas mesodevónicas están en contacto con las pizarras y calizas acadienses por una nueva falla o cobijadura). Los estratos se hacen más tendidos a medida que se alejan de la cobijadura C-C.

1. Grauvacas y capas de carbón westfaliense.
- C-C. Cobijadura.
2. Mármoles veteados rojo acadiense.
3. Pizarras verdes fosilíferas (E. 5, E. 7) acadienses.
4. Cuarcitas moteadas (postdamienses).
5. Cuarcitas blancas ordovicienses.
6. Pizarras ampelíticas gotlandienses (E. 11).
7. Arenisca roja antigua devónica.
8. Pizarras verdes devónicas.
9. Cuarcitas blancas devónicas.
10. Calizas grises devónicas.

el tiempo está húmedo; entonces, la pizarra se abre y des- hoja con facilidad, y los fósiles no se fragmentan en me- nudos pedazos. Al deshojarse, la pizarra no sigue enton- ces el plano de pizarrosidad, sino el de sedimentación.

Desde lejos se distingue el tramo pizarroso, de relieve suave, del calizo, que forma una cresta y destaca además su color claro del tono oscuro de aquél (lám. IV).

Los fósiles han sido hallados con relativa facilidad, sin necesidad de seguir metódicamente su busca a lo largo del asomo de las pizarras verdes; es seguro que éstas han de proveer de un rico manantial de estudio, localizando los «nidos» o yacimientos mejores. La zona más rica está a unos pocos metros por encima del mármol rojo. Aquí ex- ponemos los yacimientos reconocidos por nosotros y los fósiles en ellos encontrados (\*).

E. 22.—Puerto Ventana, en la carretera, poco antes de llegar a aquél:

*Hyalites.*

E. 12.—Collado de la Michadoira, al pie del Morro Negro de La Majúa, a 1.770 metros de altitud, en la cabecera del barranco que baja a Genestosa, lugar donde se encuentra una anomalía tectónica en el repentino codo que allí forma la serie cámbrica en contacto brusco con la devónica; este es, hasta ahora, el mejor yacimiento cám- brico de La Babia Baja, de los que se encuen- tran entre los reconocidos por nosotros:

*Paradoxides (Pradoanus)?* Barr. (lám. XI);  
*Paradoxides (rotundatus)?* Barr. (lám. XI); *Mi-  
crodiscus? Conocephalites (Solenopleura) Ri-  
beiroi*, Barr.

(\*) Aceptando una proposición de J. M. Ríos, A. Almela y J. Ga- rrido, en su trabajo «Resolución práctica de las operaciones auxilia- res en los trabajos geológicos» (Bol. R. Soc. Esp. Hist. Natural, 1943), anotamos con una E. (estación) los sitios o yacimientos de fósiles encontrados. Los números indican el orden en que han sido hallados. (Véase el mapa geológico, lám. A.)

E. 18.—Genestosa, encima de la cantera de mármol. La lista de los fósiles de este yacimiento ha sido publicada por P. H. Sampelayo en 1943, en material por nosotros recogido:

*Ptichoparia truncata*, Samp.  
*Ptichoparia Azpeitiai*, Samp.  
*Ptichoparia Richteri*, Samp.  
*Conocoryphe Ribeiroi*, Vern. Barr.  
*Paradoxides Pradoanus*, Vern. Barr.  
*Agnostus* cf. *hoiformis*, Kobayashi.  
*Agnostus* aff. *rakuroensis*, Kobayashi.  
*Pseudoagnostus Douvillei*, Bergeron.  
*Microdiscus Parkeri*, Walkoh.  
*Olenellus (Mesonacis)*.  
*Blackwelderia* ?.  
*Hyolites*, sp.

A esta lista podemos añadir por nuestra parte:

*Agnostus pisiformis*.

E. 5, 5'.—Hoya de los Billares, San Emiliano. Aquí una anomalía tectónica del manto alóctono hace que la serie cámbrica aparezca rota y replegada, por lo que se repite el afloramiento de las pizarras verdes fosilíferas:

*Paradoxides*, *Conocephalites*, *Agnostus*,  
*Microdiscus*, *Peronopsis*, *Hyolites*.

E. 7.—La Majúa, detrás de las últimas casas del pueblo, en el camino del valle que sube a Morro Negro:

*Conocephalites*, *Blackwelderia*.

E. 15.—Cospedal, encima de las últimas casas del pueblo:  
*Paradoxides spinosus*, *Ellipsocephalus* ? (lámina XI).

E. 15'.—Robledo, Sierra de Grandas:

*Conocoryphe Ribeiroi*, *Trochocystites bohemicus*.

E. 31.—Huergas, junto a una cantera abandonada de mármol, no lejos de la carretera:

*Conocephalites*.

E. 28.—Riolago, crestones a la derecha de la carretera, viniendo de Huergas:

*Conocephalites*, restos indeterminables de otros trilobites, *Hyolites*.

E. 16.—Truébano, margen izquierda del barranco, poco más allá de la mina «Rosario»:

*Conocephalites*, *Hyolites*.

E. 16'.—Rabanal, en las lomas encima del pueblo:

Restos indeterminables de trilobites.

E. 25 (\*).—Villanueva de Teverga (Asturias). En la continuación del manto alóctono hacia el Norte, en Teverga, se encuentra uno de los mejores yacimientos de fósiles de las pizarras verdes de Asturias:

*Paradoxides Pradoanus*, *Conocephalites (Soleno-pleura) Ribeiroi*, *Agnostus cambrensis* (lámina XI).

Todos estos fósiles de los distintos yacimientos aquí anotados se hallan en el mismo nivel: acadiense o cámbrico medio.

Es notable ver el brusco cambio de facies de los terrenos en donde se halla esta fauna, pues mientras en Lánca-rra aparece en la caliza marmórea, en el resto del contorno

(\*) Fuera del mapa.

del manto alóctono reconocido por nosotros se encuentra, hasta ahora por lo menos, únicamente en las pizarras verdes que siguen a aquélla. La separación facial de los terrenos no va acompañada, como se ve, por la faunística en una parte de la formación cámbrica de León. En todo caso, en la zona objeto de nuestro estudio, sólo las pizarras verdes son las que contienen los fósiles aquí señalados.

El género dominante en todos ellos es el *Conocoryphe* o *Conocephalites* (*Solenopleura*) (no nos detenemos a tratar el problema de su exacta clasificación y sinonimia). Los *Paradoxides* alcanzan gran tamaño: en la E. 12 hemos hallado uno que pasaba de los 100 milímetros; los *Microdiscus*, en cambio, son de reducidas dimensiones, ya que los pigidios y cefalotórax encontrados apenas pasan de tres milímetros.

A pesar de los intensos movimientos orogénicos que han afectado la comarca y de la remoción que cabe esperar en los terrenos pizarrosos, los exuvios de los trilobites aparecen, por lo general, enteros.

Al tramo de las pizarras verdes sigue otro de areniscas moteadas, con escamas de clorita, en cuya cara inferior se reconocen *Chondrites*, *Eophyton*, que indican el paso de animales invertebrados y son el único indicio de la existencia de éstos en un material tan poco adecuado a la fosilización.

Dada la intercalación de este tramo estéril entre las pizarras acadienses y las cuarcitas ordovicienses le asignamos la edad postdamiense.

Un dato de interés de la formación cámbrica es la presencia de zonas mineralizadas en el tramo calizo. En Truébano se encuentra la baritina; según informes recogidos en Genestosa, en el crestón calizo que cierra el circo de Torrestío, se hicieron labores de reconocimiento de mine-

rales metálicos (galena argentífera, armando en baritina). La formación mineral, la cual parece que acompaña en algunos puntos a la caliza, es así de origen sedimentario.

## SILURICO

El silúrico es el segundo piso, de gran potencia, del manto alóctono. Desde lejos se reconocen también morfológicamente sus dos tramos: el inferior de cuarcitas, el superior de pizarras. Aquéllas muestran un áspero relieve y sus laderas desnudas, cubiertas de sus clásicas pedrizas; las pizarras dan un relieve suave y quedan ocultas en gran parte por la vegetación.

Las cuarcitas son blancas, duras, compactas; cruzadas por sistemas de diaclasas que a veces se confunden con los planos de estratificación. Las *Cruzianas* que se reconocen en la cara inferior de ellas, los *Scolithus* o «botones», son sus fósiles característicos. Como ya en otro lugar hemos indicado (\*) tanto las *Cruzianas* como los *Scolithus*, se consideran ahora las pistas o huellas del paso de animales invertebrados (artrópodos, sobre todo trilobites, moluscos, gusanos, etc.) por la arena, que luego al consolidarse y metamorfozarse se convirtió en cuarcita.

Las cuarcitas blancas son de edad ordoviciense; su facies y su posición entre terrenos bien datados por sus fósiles conducen a esta asignación; en La Babia faltan en ellas los tramos pizarrosos, que tanto desarrollo alcanzan

(\*) J. Gómez de Llarena: «Revisión de algunos datos paleontológicos del flysch cretáceo y numulítico de Guipúzcoa». Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero, número 15. 1946.



en las regiones centrales de España y que contienen rica y variada fauna de trilobites, braquiópodos y moluscos.

A las cuarcitas blancas, en brusco cambio de facies, siguen pizarras negras, ampelíticas, deleznales, que denuncian en seguida su edad gotlandiense, como en efecto hemos comprobado en distintos sitios.

Tres yacimientos de graptolitos podemos señalar:

- E. 21.—Carretera, cerca del puente de Los Llamuergos: *Monograptus sedwicki*, *M. lobiferus*, *M. convolutus*.
- E. 11.—Recodo en el camino de La Majúa al Morro Negro: *Monograptus priodon*, *M. communis*.
- E. 17.—Torre, en el valle del Tremeo: *Monograptus communis*.

El espesor medio de las cuarcitas es de unos 500 metros; el de las pizarras no llega a los 100 m., en general. A estas últimas, sin discordancia angular, siguen las areniscas rojas ferruginosas del devónico.

#### DEVONICO

Con un gran espesor, el devónico forma la mayor parte de la coronación del manto alóctono y, además, por sí solo el ingente anticlinal que, con rumbo E.-O., entra en la cuenca por Villafeliz y constituye la divisoria entre las ramas carboníferas de Truébano y San Emiliano. La composición estratigráfica es distinta entre estos dos grupos de sedimentos devónicos. Este terreno ha sido ya bien estudiado últimamente por P. Comte en distintas notas (8) y en par-

te también por Vidal en su trabajo sobre Laceyana (32). La clara sucesión de niveles, muchos de estos acompañados de fauna determinante, hace atractivo el estudio devónico de la región. Por nuestra parte no hemos podido dedicarle mucho tiempo y nos limitamos a una breve descripción de lo que en él hemos visto.

1.º DEVÓNICO DEL MANTO ALÓCTONO.—Penetrando por los valles de Torre o de La Majúa se reconoce de manera muy cómoda la composición de los terrenos que lo forman, a medida que ascendemos. Al entrar en el de La Majúa (c. I, p. 26) se ve el paso del carbonífero al cámbrico que recubre alóctonamente al primero, del cámbrico al silúrico y de este último a su vez al devónico, en un trayecto relativamente corto de marcha por el fondo del valle. Así observamos que las pizarras gotlandienses son reemplazadas directamente, sin ninguna discordancia visible al menos, por la arenisca roja ferrífera del devónico inferior. Sobre la arenisca roja aparece un breve tramo de pizarras verdes, que a su vez pasan a cuarcitas blancas. Estas, por último, son reemplazadas por un potente manto de calizas grises. No hemos tenido ocasión de encontrar fauna determinante, que es de suponer exista en terrenos por otros sitios tan abundantes en ella, como luego veremos.

Subiendo por el valle del Morro Negro, llegaremos a un punto en donde un nuevo accidente tectónico hace que los tramos más altos aquí reconocidos del devónico estén en contacto anormal con las pizarras verdes cámbricas, pareciendo existir antes de la E. 12 una nueva escama de corrimiento que corta la serie devónica; pero en otras zonas externas a la cuenca, como sucede en la Peña de Montihuelo o Yegüero, al O. de Torre, la serie devónica se continúa hasta alcanzar niveles superiores a los reconocidos

en el valle de La Majúa. Acaso el centro del sinclinal allí formado, que marca una importante divisoria tectónica, pertenezca ya a la caliza de montaña (dinantiense-namuriense).

Asimismo, los niveles devónicos del manto alóctono, en dirección al valle de Saliencia, comprenden los tramos inferiores y medios del sistema en la zona que contornea la cuenca carbonífera, pero más hacia el Oeste, entre la cresta del Morro Negro y el Puerto de Somiedo, parece completarse la serie, que debe llegar hasta la caliza de la base del dinantiense, pasando por algunas capas del llamado mármol grioto o guinda. Yendo hacia Piedrafita por la carretera de Cabrillanes, pasado Huergas, se encuentran las cuarcitas ordovicienses, luego las pizarras gotlandienses, las areniscas rojas y las calizas grises del devónico; más allá, al llegar al Puente de las Palomas, aparecen las calizas mesodevónicas; luego, en la cuesta de Penadireita, las areniscas y cuarcitas blancas con intercalaciones de arenisca roja ferrífera. Todo esto muestra la sucesión, pero en orden inverso, de la serie de tramos reconocida a partir del borde del manto alóctono en el valle de La Majúa, debido a la posición en cubeta de la serie estratigráfica, cuyo eje sinclinal está marcado por la Peña de Yegüero.

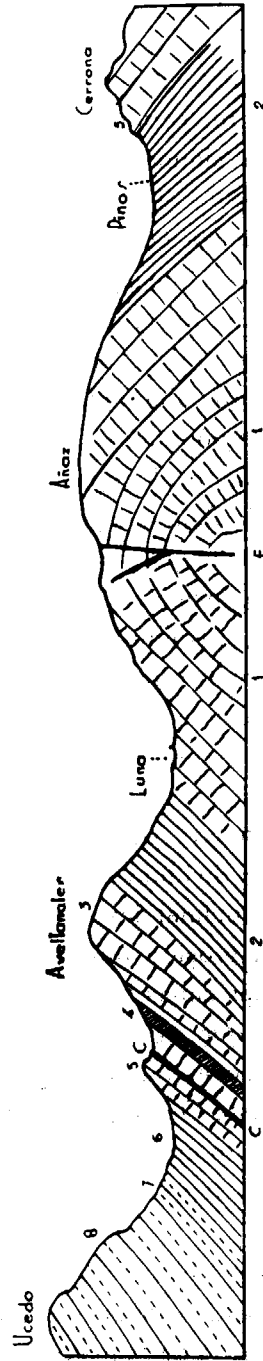
La gran falla de Penadireita interrumpe la sucesión de los tramos inferiores que pudieran distinguirse, ocultos por la potente serie del carbonífero estefaniense que forma la cuenca de Villaseca-Villablino. La serie devoniana la hemos vuelto a reconocer en Lumajo, en donde parece repetirse la sucesión de estratos, en un orden semejante al observado en el valle de la Majúa. Dada la brevedad de nuestra visita a Lumajo y no habiendo tenido tiempo de reconocer las crestas del Muxibé no podemos más que hacer la hipótesis siguiente: las cuarcitas del Muxibé serían

ordovícicas y las pizarras que sobre ellas se adosan, mirando en dirección hacia el Norte, serían gotlándicas; a continuación y sin discordancia alguna seguiría la serie devónica, reconocida, en cambio, en el terreno en la excursión indicada. Esta serie comienza con un potente espesor de areniscas rojas ferríferas, al que sigue un tramo de pizarras fosilíferas, de color gris oscuro, y al cual, por último, se superpone otro de calizas, cuyas primeras capas son de caliza facies mármol grioto, abundante en fósiles (gruesos crinoideos, corales, braquiópodos).

La formación devónica del manto alóctono que rodea la cuenca carbonífera de La Babia Baja comprende así tramos que van desde los más bajos hasta los más altos de este período, pero, no habiendo examinado con detenimiento su sucesión estratigráfica, nos limitamos a suponer que su posible coordinación con el de otras zonas en donde se ha estudiado permitirá reconocer la mayor parte de las distintas divisiones clásicas de este terreno.

2.º ANTICLINAL DEVÓNICO DE PUENTE ORUGO.—La cuenca carbonífera de La Babia queda dividida en dos mitades muy desiguales por un ingente anticlinal devónico que destaca su relieve en el paisaje; la erosión diferencial labra hondos valles longitudinales en las capas blandas de pizarra de este anticlinal, a medida que así adquieren más y más altura los muros acantilados de las calizas intercaladas. El rumbo del anticlinal es el Este-Oeste; su plano axial, subvertical, se halla bien manifiesto en la carretera de San Emiliano, en la Fuencaliente, no lejos de la confluencia del Orugo con el Luna.

Este grandioso anticlinal muestra bien claramente la serie de capas que lo forma, y que tan adecuado lo hacen, como en el valle del Bernesga, que lo corta más al Este, re-



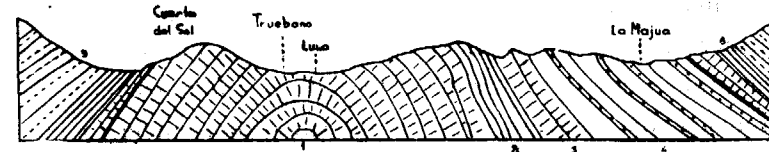
Corte 2.—Corte esquemático por el anticlinal devónico de Puente Orugo.

F. Fuencaliente, en el mismo plano axial fallado.

1. Anticlinal devónico.
2. Pizarras, capas de transición del devónico al carbonífero.
3. Caliza carbonífera.
4. Mina «Rosario».
- C-C. Corrimiento o cobijadura.
5. Mármol rojo acadiense.
6. Pizarras verdes de trilobites.
7. Cuarzitas moteadas postdamienses ?.
8. Cuarzitas blancas ordovicenses.

conocido últimamente por P. Comte, para un detenido estudio estratigráfico y paleontológico. Aquí nos tenemos que limitar a resumir su composición.

El núcleo del anticlinal de Puente Orugo está formado por una caliza gris que, en la parte alta del collado situado al Este de la carretera, contiene abundantes fósiles, sobre todo del grupo de los tabulados (*Favosites*, *Alveolites*). Este yacimiento lo hemos marcado en el mapa con el signo E. 10.



Corte 3.—Corte esquemático de Truébano a La Majúa.

1. Anticlinal devónico.
- 2-3. Carbonífero inferior.
4. Tramo o paquete de las calizas westfalienses.
5. Manto alóctono.

Sobre esta caliza se superpone, a ambos lados del plano axial y de modo simétrico, la arenisca roja, y sobre ésta, a su vez, una caliza de aspecto de mármol grioto. Luego, siempre repitiéndose a uno y otro lado del plano axial del anticlinal, se desarrolla una alternancia, más o menos regular, de calizas grises y calizas rojizas dolomíticas. Estas últimas ofrecen circunstancias locales dignas de mención; no lejos de la Fuencaliente, en el corte del terreno por la carretera, se encuentran en esta caliza numerosos cristales de cuarzo bipiramidado de un centímetro de longitud, como término medio. La estructura de la caliza rojiza es cristalina; la meteorización hace que los cristales se disgreguen con facilidad y entonces la roca se desmorona y se deshace de tal modo que cuando aquéllos son finos



ésta se convierte en arena, la cual es usada como si fuera de sílice. Al exterior se distingue bien la caliza dolomítica de la gris, porque la primera está revestida de líquenes negros, que le dan un tono oscuro y que la hace destacarse de la segunda. Cerca de la calera de Francisco Berciano y en una cantera próxima al Puente Orugo se encuentran en la caliza numerosos goniatítidos.

Si comparamos las dos formaciones devónicas aquí distinguidas, la del manto alóctono en su parte Oeste y la del anticlinal de Puente Orugo, ateniéndonos sólo a las facies, observaremos diferencias sensibles en su composición estratigráfica. La serie devónica del manto comienza con la arenisca roja ferrífera, que sigue, sin discordancia, a las pizarras negras gotlandienses. En Puente Orugo, el asomo más bajo del núcleo del anticlinal está formado por calizas grises, a las cuales sigue la arenisca roja, que, a su vez, lleva encima un delgado banco del llamado mármol grioto.

El mármol grioto (por defecto de traducción llamado así, en vez de llamarle mármol guinda, griotte = guinda, aludiendo a su color rojo guinda) se encuentra, en otras zonas de Asturias y León, en los niveles superiores de la formación devónica, o constituye la base de la caliza carbonífera. En la Fuencaiente, este mármol grioto aparece en las dos ramas del anticlinal, en contacto inmediato, en una de ellas, con la arenisca roja. Esta última, según lo que hemos visto antes (pág. 33), al hablar del valle de La Majúa, forma el tramo más bajo de la formación devónica. El mármol grioto que le sigue en Puente Orugo ocupa, por tanto, un nivel más bajo que en el resto de las formaciones sedimentarias de otros puntos de León y Asturias. Más adelante volveremos brevemente sobre esta cuestión.

### Fauna de los terrenos devónicos

La formación devónica es rica en fósiles en la zona del anticlinal de Puente Orugo; en cambio, como ya antes decíamos, en las breves incursiones que hemos hecho en el devónico del manto alóctono, no hemos podido hallarlos, si bien dada la semejanza de facies es seguro que han de existir en abundancia. Únicamente hemos visto pistas en la cara inferior de la arenisca roja.

1.º Puerto del Palo o de Pinos (E. 13, fuera del mapa). Un magnífico yacimiento de fósiles devónicos se encuentra en la divisoria entre el valle de Pinos y el de Tuiza, subiendo desde Pinos. A poco de llegar al puerto (1.683 m.) se entra en la carretera, viéndose, poco después de pasar la casilla, el contacto por falla que allí existe entre la pizarra carbonífera y la caliza devónico-dinantiense, al pie de las escarpadas vertientes de las estribaciones orientales de las Peñas Ubiñas. Al llegar al km. 27,1 se encuentra un nido de fósiles, con una extraordinaria variedad de enormes braquiópodos (*Spirifer* sobre todo), corales, tallos de crinoideos, etc., muchos de ellos sueltos y bien conservados. El mal tiempo nos impidió el día de nuestra excursión (septiembre, 1945) la recolección y examen detenido de este yacimiento. He aquí algunos de los fósiles determinados:

- Syringopora abdita*, Miln. Edw.
- Aulopora tuboformis*, God.
- Michelinia geometrica*, Edw. H.
- Favosites Goldfussi*, Edw. H.
- Philipsastraea Hennahi*, Edw.

*Fenestella*, sp.

Tallos de crinoideos.

*Orthis*, sp.

*Stropheodonta*, sp.

*Streptorhynchus umbraculum*, Schl.

*Spirifer Pellicoi*, Vern.

*Spirifer Trigeri*, Vern.

Algunos *Spirifer* alcanzan más de 10 cm. de una punta a otra de sus valvas. Asimismo los *Streptorhynchus* y otros géneros de braquiópodos muestran ejemplares de gran tamaño.

Esta fauna corresponde a los tramos inferior y medio del devónico.

2.º Collado de Añaz (E. 10). En el anticlinal de Puente Orugo, en el collado de Añaz, encima de la carretera y no lejos del horno de cal de Francisco Berciano, se encuentra un buen yacimiento de coralaris, entre los que abundan los favosítidos. Hemos determinado:

*Pachypora boloniensis*, Goss.

*Favosites*, sp.

Su edad debe ser devónico superior.

3.º Cantera del Mutilón (E. 29), Fuencaliente. A poco de entrar en la carretera de San Emiliano, viniendo de Puente Orugo, en la cantera del Mutilón y en los alrededores, se encuentran abundantes goniatítidos, probablemente del género *Cheiloceras*, sp., del devónico superior.

### Las capas de paso del devónico al carbonífero

1.º SAN EMILIANO-TRUÉBANO.—Si desde Puente Orugo recorremos el anticlinal devónico, yendo por la carretera hasta San Emiliano, nos hallaremos, sin transición patente, en las primeras capas del carbonífero inferior. La caliza gris, que hasta el km. 2 venía alternando con la cárnea dolomítica, es sustituida por la caliza de crinoideos, que forma la base de la dinantiense. En el camino trazado entre la carretera, poco después de pasar el km. 2 y la fuente que surte de aguas al pueblo, los bancos calizos abundan en tallos de crinoideos y se encuentran, además, algunos braquiópodos y lamelibranquios indeterminables. Estas calizas fosilíferas, al alterarse, se tornan pizarrosas y comienzan a mostrar indicios de carbón, como pareciendo pertenecer ya al período antracólitico. Entre San Emiliano y Pinos estas capas forman el muro de una sucesión de pizarras, grauvacas y calizas, entre las cuales se intercalan ya capas de carbón de algún espesor. Así, en esta zona no existe un límite manifiesto que pudiera reconocerse entre los últimos tramos devónicos y los primeros carboníferos.

En Truébano, al otro lado del anticlinal devónico, las capas de carbón allí reconocidas quedan aún más cerca de la caliza de crinoideos, que establece el paso del devónico al carbonífero.

2.º PEÑA UBIÑA-BECERRERA.—El enorme macizo de caliza que se alza por la parte oriental de la cuenca de San Emiliano, desde la Peña Ubiña chica hasta La Becerrera, deja ver su constitución recorriéndola por distintos lados.

En las paredes acantiladas y en gran parte desplomadas de la Peña Ubiña grande y de La Becerrera se perciben, hacia la mitad de la altura, los bancos finos del mármol grioto. En el collado, entre las Peñas Ubiñas, la erosión pone al descubierto capas aún más bajas. Como hemos señalado en el mapa de la lám. A se reconocen allí distintos tramos devónicos; las areniscas ferríferas aparecen en un trecho grande. La Peña Ubiña chica muestra en su base un núcleo de mármol grioto, en tanto que sus paredes y cumbre son de caliza namuriense, superior a aquél.

La posición estratigráfica del mármol grioto varía según las distintas zonas en donde se estudie. En general, el mármol grioto forma la base de la caliza de montaña, de edad namuriense, y a veces se ve apoyado, en discordancia evidente, sobre terrenos del paleozoico antiguo. En el Caleao (Asturias), como ya vimos en 1927, la caliza carbonífera se apoya, en aguda discordancia angular, sobre las cuarcitas silúricas, fuertemente plegadas; aquí, la serie carbonífera comienza en sus primeros estratos con el mármol grioto típico. Lo mismo se observa en la Sobia, en Teverga, como hemos reconocido también en septiembre de 1945. En todos estos casos es indudable la edad carbonífera viseense del mármol grioto. En cambio, en varios puntos de Asturias y León, la facies mármol grioto aparece en distintos tramos devónicos, desde los más bajos, como sucede en Fuencaliente, hasta los más altos, como se observa en Arnao (Asturias).

No hemos podido reconocer aquí las discordancias entre el mármol grioto carbonífero y el devónico medio o superior, como han visto Barrois y Delépine en Asturias.

### La caliza de montaña

A las capas de mármol grioto que asoman en las murallas desplomadas de La Becerrera y de la Peña Ubiña grande sigue la «caliza de montaña», nombre que conservamos para designar este nivel. Sus caracteres son típicos. Largo tiempo expuesta al aire tiene un color blanco, pero en su interior o cuando llueve es negra, hecho, este último, que ya señala Schulz (28). Al romperse despide un fuerte olor como de petróleo recién apagado, lo que le hace dar el nombre de caliza fétida. Este olor indica la presencia de la materia orgánica que contiene y la distingue así de la caliza devoniana, que es gris y no fétida. Además, la caliza de montaña aparece cruzada por pequeños filoncillos de calcita, entrecruzados. En cambio, en esta zona faltan los menudos cristales de cuarzo que abundan en otros puntos de León, como sucede, según hemos visto, por ejemplo, entre Oseja de Sajambre y la Garganta de los Beyos.

En la caliza de montaña de La Babia no hemos reconocido, como macrofósiles, más que tallos de crinoideos; en cambio, hemos hallado microfauna en los crestones de caliza junto al camino de Pinos al Puerto del Palo, habiendo podido determinar: *Saccamina Carteri*, *Endothyra Panderi*, *Climacammina textulariformis*, especies todas de la caliza carbonífera.

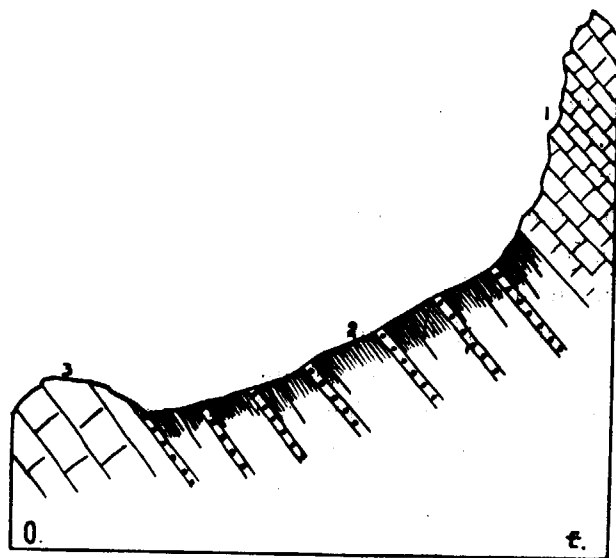
La potencia de la caliza carbonífera en nuestra cuenca es muy grande, que aparece aun mayor porque la cresta que va de la Peña Ubiña chica a La Becerrera, pasando por la Peña Ubiña grande, está constituida por un anticlinal.



En los bordes del anticlinal del Puente Orugo este espesor está menos acusado, si bien el crestón que forma la Peña de los Avellanales, que suponemos también de caliza carbonífera, adquiere bastante potencia hacia el Este.

#### El paquete de capas carboníferas al pie de La Becerrera

En el mapa de la lám. A hemos señalado como una formación especial un paquete de capas, que queda comprendido entre la cresta de La Becerrera y la que desprendiéndose de la Peña Ubiña grande corre luego paralela a ella, hacia el Puerto de Ventana. No hemos reconocido con



Corte 4.—El paquete volcado de La Becerrera.

1. Caliza namuriense.
2. Pizarras y grauvacas con carboneros.
3. Caliza, ramal procedente de Peña Ubiña (ver corte 10, pág. 56).

detenimiento esta curiosa bifurcación que parece existir en la caliza de montaña, y dejamos para otra ocasión el estudio de tal anomalía. Entretanto, dejamos aquí consignada la existencia de este paquete de capas que queda como encerrado en la caliza de montaña.

La serie estratigráfica aparece invertida; la base constituye la caliza de La Becerrera. Sigue una alternancia regular de grauvacas y pizarras, entre las cuales se intercalan de vez en cuando «carboneros» o capas delgadas de carbón, que si bien no tienen valor alguno por su escasa potencia, no dejan, sin embargo, de indicar su filiación dentro del período carbonífero.

Al paquete de grauvacas y pizarras sigue el crestón de caliza que forma la base de unos tramos con capas de carbón, los cuales serán objeto de estudio en páginas posteriores (pág. 55).

La serie de pizarras y grauvacas de La Becerrera alcanza hasta los 2.000 m. de altitud; los tramos más próximos a la caliza de la muralla de La Becerrera quedan a trechos ocultos por los mantos de escombros actuales y por los morrénicos de la época glaciaria.

Los únicos fósiles encontrados aquí son las impresiones de los tallos de *Calamites*, gráficamente llamados por algunos mineros de la comarca con el nombre de «panas». Existen, sin embargo, algunos detalles que acaso puedan servir para hallar capas del mismo nivel estratigráfico en otras zonas carboníferas: en algunos bancos de pizarras de la parte baja y media del paquete se encuentran unos nódulos de arcilla endurecida que forman septarias, con menudos filoncillos de calcita, únicos que reaccionan al ataque con el ácido clorhídrico. La alternancia de las pizarras con las areniscas o grauvacas permite observar bien, en los barrancos sobre todo, las superficies de contacto entre

estos materiales de distinta constitución. Por lo general, las grauvacas, menos deleznales que las pizarras, conservan en su cara inferior la contrahuella del paso de animales, que han dejado su pista en la pizarra cuando ésta era aun lodo blanco acumulado en la playa del mar carbonífero o, como muestra la lámina VIII, contienen también el contramolde de las escorriduras del agua, formadas al bajar la marea.

No en todos los terrenos se muestran bien estas huellas producidas por modos diferentes en las caras superior o inferior de las capas, pero tanto más interesante es tenerlas en cuenta en casos como el actual, en el que los fenómenos orogénicos han sido tan intensos que han dado lugar a pliegues volcados y corrimientos no siempre fáciles de ver. La huella de la escorridura, en relieve, que, como se sabe por el estudio de otros terrenos (por ejemplo, el del flysch cretáceo-eoceno de la costa de Guipúzcoa) se forma como contramolde en la cara inferior de los materiales duros, tales como la arenisca o grauvaca, aparece en el paquete de La Becerrera en posición invertida, mirando hacia arriba; esta posición volcada de las capas sedimentarias se confirma por la observación de otros datos, tectónicos sobre todo, hecha en esta zona.

A nuestro modo de ver, a falta de una determinación paleontológica precisa, suponemos que el paquete de La Becerrera, que aparece encerrado en la caliza de montaña, podría pertenecer también al namuriense, y las escasas huellas vegetales serían representantes de la flora de facies culm. Dada la ausencia de capas de carbón en este paquete no hemos extendido nuestras observaciones dentro del mismo, pero merece un estudio más cuidadoso, ya que comprende, tanto este paquete de pizarras como la caliza de montaña de esta zona, problemas stratigráficos de gran interés general.

### El carbonífero inferior productivo

A la caliza de montaña y al paquete de pizarras con carboneros de La Becerrera, de facies culm, sigue concordante el resto del carbonífero inferior que forma la cuenca de La Babia Baja (cerca de allí, entre el Puerto Ventana y la cresta de La Becerrera, se encuentra discordante la puddinga silícea, la grauvaca y una capa de carbón del carbonífero superior, que estudiaremos más adelante).

Este carbonífero, comparado con el de otras cuencas, merece, en efecto, el nombre de «pobre», con el que se distingue; pero que concretándose a esta zona presenta capas aceptables, desde el punto de vista de su explotación, por lo que todavía podemos considerar en él dos tramos o niveles: el inferior, que comprende el *tramo de las calizas*, el menos productivo, y el superior o *tramo de las grauvacas* que contiene la mayor parte de las capas explotables.

Ambos tramos son de desigual potencia, mucho mayor la del segundo que la del primero. Las calizas asoman en gruesos crestones en el tramo inferior y, aunque no faltan algunos delgados bancos en el tramo superior, no se acusan en el relieve del terreno. Las grauvacas (que a veces pudieran llamarse también arcosas y que, como ya hemos dicho, son las areniscas típicas del carbonífero, en donde más abundan), se encuentran también en el tramo inferior, pero en el superior sustituyen a las calizas en su papel de formar crestones, si bien, como constituidas por material más desmoronable, apenas se destacan en el terreno.

### Tramo de las calizas

Los geólogos anteriores (Urrutia, Adaro) llamaban «caliza carbonera» a la que sigue a la de «montaña», que ya hemos visto es de nivel inferior y no lleva capas de carbón intercaladas, como ocurre en las carboneras.

Gracias a la dureza del material que los constituye y a su resistencia a la erosión atmosférica que los hace destacarse sobre los terrenos que llevan interpuestos, los crestones de caliza carbonera acusan el intenso plegamiento que la cuenca ha sufrido, lo que, en cambio, apenas se aprecia en el tramo de las grauvacas, aunque cabe pensar que en él hayan ocurrido idénticos fenómenos de enérgico diastrófismo. A las capas de caliza acompañan ya varias de carbón, explotadas en algunos puntos de la cuenca.

A este tramo de las calizas corresponden únicamente la rama meridional de la formación carbonífera de La Babia Baja, que va desde Riolago, por Truébano y Rabanal a Sena, y se continúa hacia el Este. Por el Oeste, la rama meridional se dirige hacia Huergas, en donde queda oculta por la pequeña planicie aluvial del Luna, y luego cambia de rumbo torciendo delante de Torre hacia el Este. El accidente tectónico de la Sierra de la Miel, entre Torre y Robledo, hace desaparecer en un trecho la formación carbonífera, pero junto a este último pueblo vuelve a surgir, y forma así el extremo Oeste de la rama septentrional que se continúa por Cospedal, La Majúa, San Emiliano y Pinos. Al llegar a este último punto sufre el fuerte empuje del macizo calizo de las Peñas Ubiñas, y se divide en dos paquetes: uno, el más inferior, se libra de la acción des-

viadora del empuje de las Ubiñas y continúa rectilíneo, con el mismo rumbo O.-E. que traía desde Robledo, y adosado al anticlinal devónico-namuriense de Puente Orugo, hasta el Puerto del Palo, estableciendo así la conexión con las formaciones carboníferas de Asturias por la cuenca de Tuiza. El otro paquete, después de las violentas inflexiones que sufre en el codo de Pinos, sigue su rumbo hacia el Norte, hasta perderse en el Puerto Ventana, oculto en parte por la pudinga suprawestfaliense, pero se desarrolla después formando la cuenca de Teverga.

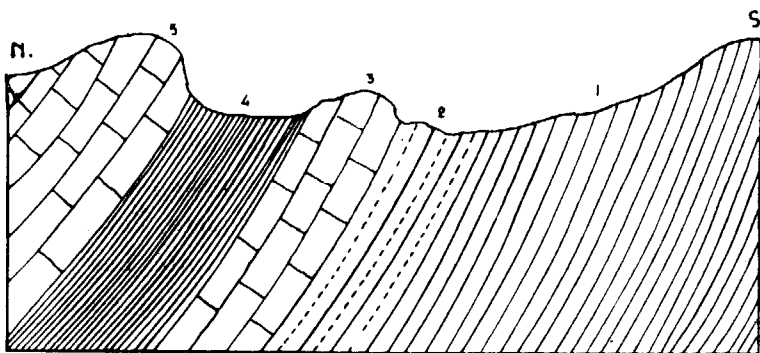
El tramo de las calizas carboneras está representado en distintas fotos. En la figura superior de la lámina VI se distinguen sus crestones en segundo término, al pie de la gran masa de la caliza de montaña de las Peñas Ubiñas. En esta foto está reproducido el codo del «Laberinto», nombre de una mina denunciada en aquella parte; en la lámina VII se encuentra este mismo paquete, con rumbo Este-Oeste todavía y con buzamiento al Norte. Las capas de carbón que comprenden están intercaladas entre los crestones de caliza.

En la figura inferior de la lámina VI está reproducido el pliegue tumbado que describen las capas del «Laberinto». Las calizas van acompañadas de capas de carbón; se ven los enérgicos repliegues que aún experimentan las calizas carboneras al pasar a la altura de Villargusán, que más allá continúan su camino hacia Torrebarrio y Puerto Ventana.

Expondremos algunos ejemplos de perfil estratigráfico del tramo de las calizas. La lám. VII nos muestra el aspecto general que presenta el tramo. La serie de calicatas hechas en las capas de carbón hacen ver que la caliza sirve de techo mientras que el muro está constituido por pizarras. La caliza es compacta, fosilífera, mientras que la pi-



zorra es arcillosa, deleznable y menos fosilífera. La pizarra se descompone en la forma esferoidal o de «repollo» que hace dar el nombre de «campanos» o «cazuelos» a los huecos que quedan cuando se desprende una porción de ella, pudiendo ocasionar desgracias en las galerías de las minas si se suelta el techo no entibado. A veces, las capas de carbón están en contacto directo con la caliza de su techo, sin regadura o salbanda intermedia. Las capas de carbón del tramo de las calizas las hemos reconocido desde cerca de Robledo, por Cospedal, La Majúa, San Emiliano, Pinos

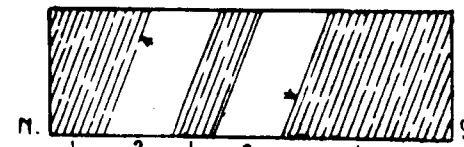


Corte 5.—Km. 3,5 de la carretera de Puente Orugo a Puerto Ventana, poco después de San Emiliano.

1. Pizarra con rizaduras de oleaje (lám. VIII).
2. Grauvacas con impresiones de calamites (panas) vetas y nódulos de carbón.
3. Caliza; en su parte inferior abundante fauna (E. 3).
4. Pizarras azoicas.
5. Caliza negra y fétida cuando se rompe, azoica.

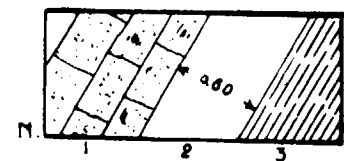
hasta Villargusán. Más allá, hacia Torrebarrio, no hemos tenido ocasión de señalarlas, pero sí después de este pueblo hasta el Puerto Ventana. Todos estos puntos corresponden a la rama Norte del tramo. La potencia de las distintas capas del paquete de las calizas ofrece diferen-

cias notables de espesor, como se observa en las crestas. El espesor medio de las calizas oscila entre 6 y 10 metros, pero éstas se adelgazan en unos puntos mientras que, a medida que se acercan al Puerto Ventana, aumentan de



Corte 6.—Capas de carbón cerca de La Majúa.

1. Pizarras.
2. Carbón.



Corte 7.—Capa de carbón del cerro de La Majúa.

1. Caliza con tallos de crinoideos y braquiópodos.
2. Carbón.
3. Pizarras.

grosor, hasta tomar el aspecto de elevadas sierras, como la formada por la Peña del Cuervo, al Oeste del Puerto.

Las capas de carbón del tramo de las calizas varían también en espesor de un punto a otro del recorrido. Al estudiar su valoración industrial tendremos ocasión de exponer en detalle alguna de ellas. Por lo general, el espesor medio es de 50 a 200 centímetros. Es frecuente que formen bolsadas en rosario.

Según hemos observado, esta disposición en rosario de las capas de carbón tiene un origen doble: sedimentario y tectónico. Como veremos en el capítulo referente a la gé-

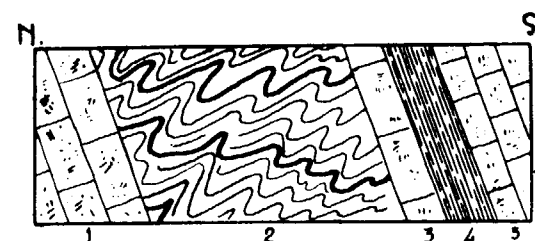
nesis del carbón, la materia vegetal se ha depositado en hoyas no muy profundas, donde ha sufrido la metasomatosis que la ha transformado en carbón. Las finas capas de arena o fango que las recubrían se han convertido luego en arenisca y pizarra, en tanto que el fango calizo se ha convertido en piedra.

Sólo por excepción hemos encontrado la cuarcita formando el hastial de una capa de carbón en Pinos.

Lo más frecuente, sin embargo, es que esta disposición en rosario sea debida a la intensidad de los fenómenos orogénicos que han afectado al carbón, el cual como material más débil fué comprimido, estirado y roto en distintas formas. Podríamos poner ejemplos de este accidente, frecuente en la cuenca, sobre todo en el paquete de las calizas. A menudo la capa de carbón está prensada entre sus hastiales y apenas denota su presencia por una delgada veta o carbonero. Más allá desaparece por completo, y queda en estéril, como gráficamente dice el minero, reconociendo que en cambio están presentes su techo y su muro. A este intenso diastrofismo a que han estado sometidas las capas se debe el que el carbón aparezca desmenuzado y brillante, en bolas o masas de forma ovoide, de caras pulidas, que en gran parte se deben a la fricción por resbalamiento de unos trozos contra otros y que son así espejos de falla.

Este aspecto del carbón es general en toda la cuenca, y aunque nos faltan elementos de comparación con el carbón de otras cuencas westfalienses y estefanienses, podemos recordar el contraste que presenta si se le compara con el carbón en bloques compactos, de gran tamaño, de fractura plana, sin caras brillantes, propio de yacimientos que no han sufrido la acción trituradora de la presión orogénica.

MINA DEL CARBÓN QUEMADO. — Como caso extremo de este diastrofismo intenso de las capas de carbón de La Babia Baja, quisiéramos considerar la llamada mina del «carbón quemado» (lám. IX, corte 8). Esta mina está en la rama meridional, al otro lado del anticlinal devónico, entre Rabanal y Truébano. El material que forma el llamado «carbón quemado» es una pizarra caliza tenaz, fuertemente



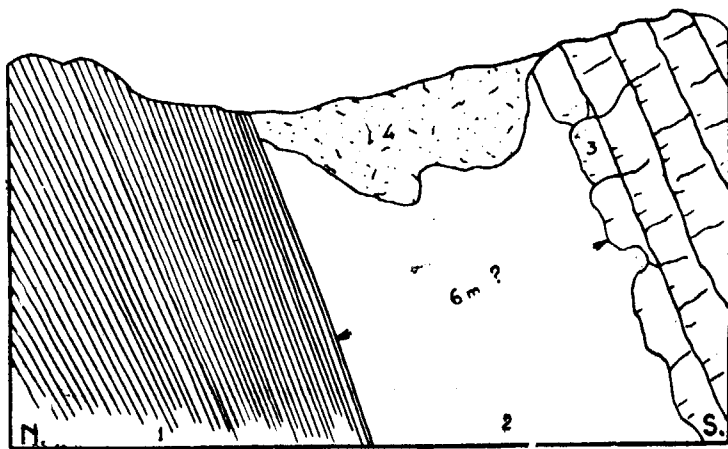
Corte 8.—Mina del «carbón quemado» (Truébano).

1. Caliza de tallos de crinoideos.
2. Carbón «quemado» (calizas carbonosas fuertemente replegadas, lámina IX).
3. Caliza sin crinoideos.
4. Pizarras.
5. Caliza sin crinoideos.

replegada, con delgados lechos carboneros de varios milímetros de espesor. Esta capa del llamado «carbón quemado», del que sólo conocemos este punto, es un ejemplo más del dinamometamorfismo que ha sufrido la cuenca durante el plegamiento. Pudiera pensarse que es un tipo especial de estructura plegada semejante al «cone in cone» que describe Tarr, en el tratado de Twenhofel (30), producida por fuerte presión lateral. La pizarra al desmoronarse deja una tierra negra, que mancha de carbón, pero que contiene bien poco de éste.

MINA «ROSARIO», DE TRUÉBANO.—Uno de los puntos más

interesantes de la formación carbonífera de La Babia Baja, y el único que hasta ahora tiene algún valor industrial en la rama Sur, es la mina «Rosario», de Truébano. Como la de «carbón quemado», esta mina es un buen ejemplo de los fenómenos de diastrofismo que han experimentado las capas de carbón. El corte 9 muestra la disposición de la mina «Rosario». Según Baudilio García Fernández, copropietario de esta mina, la potencia que alcanza la capa de carbón es de seis metros. El muro de la capa se halla constituido por pizarras bituminosas (véase el análisis en la pág. 106). Su techo está formado por una



Corte 9.—Mina «Rosario» (Truébano).

1. Muro, pizarras bituminosas.
2. Carbón con tacañas fosilíferas, fallado.
3. Techo. Caliza cuya superficie de contacto con la capa de carbón está alterada en tierra bauxitífera.
4. Montera de la capa, de composición semejante a la salbanda o regadura de 3.

caliza milonitizada y en gran parte reducida a polvo. La «montera» o cubierta de la capa aparece, como se ve en la foto, fallada y replegada contra el hastial y queda

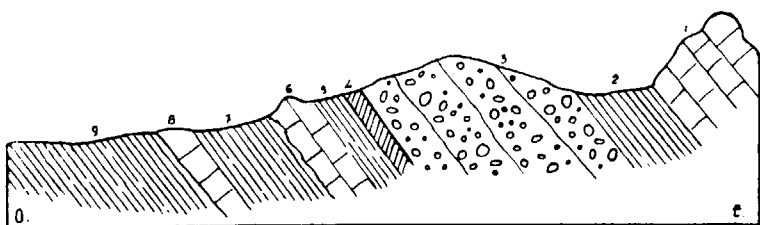
cubierta por una tierra bauxitífera rojiza, que se conserva en un buen trecho a lo largo de la capa (véase su análisis en la pág. 101).

Comparando las capas de carbón del tramo de las calizas, a uno y otro lado del anticlinal devónico, se ve que su posición tectónica corresponde a la que tiene respecto a este anticlinal. El muro está formado por pizarra y el techo por caliza. Aunque no las hemos reconocido, suponemos que por encima de la capa de la mina «Rosario» entre las calizas que le siguen en orden estratigráfico ascendente, debe haber otras, en contacto casi inmediato con las calizas cámbricas del manto alóctono de corrimiento. La composición de la capa de carbón de la mina «Rosario», varía del muro al techo (véase análisis pág. 98). Según su propietario, en medio de ella se encuentra un lecho de carbón graso y otro que arde con llama muy viva. En la época que la visitamos no pudimos estudiar por nosotros mismos esta mina, por hallarse derruida. Lo más interesante de la mina «Rosario», además de la tierra bauxitífera de la montera, es la presencia de «tacañas» fosilíferas. Las «tacañas» o «metales» son concreciones dolomíticas o piritosas que a veces encierran bien conservados los restos de las plantas generadoras del carbón. Al estudio de las de la mina «Rosario» hemos dedicado una nota (15).

CERRO DE LA MUESA (TORREBARRIO), TRAMO GONPOLÍTICO. La tercera zona que distinguimos en nuestro examen de la composición del terreno carbonífero en el tramo de las calizas es la del cerro de La Muesa, en las estribaciones de la Peña Ubiña, encima de Torrebarrio. La lám. X y el corte 10 nos da idea de la composición estratigráfica en aquel punto. Este corte es la continuación del corte de La Becrerra (c. 4, pág. 44).



En orden estratigráfico, el crestón calizo que procede de la Peña Ubiña (1) es la base de la formación aquí reconocida. Debajo de la caliza se encuentra un tramo de pizarras (2) con algunos carboneros. A continuación sigue una gonfolita caliza (3), cuyo espesor es de unos 60 metros, en cuyo contacto se encuentra una capa de carbón (4) en vuelta en una delgada cubierta de pizarra (5). La potencia



Corte 10.—Cerro de la Muesa. Torrebarrio (ver lám. X).

1. Caliza, ramal procedente de Peña Ubiña (ver corte 4, pág. 44).
2. Pizarras carbonosas.
3. Gonfolita.
4. Capa de carbón.
5. Pizarra.
6. Caliza.
7. Pizarra.
8. Caliza.
9. Pizarra.

de la capa de carbón es aquí de cuatro metros y la total, contando la pizarra de la caja, ocho. De nuevo aparece un crestón de caliza (6) de unos 15 metros de potencia, al cual siguen pizarras estériles (7), la caliza (8) y otra vez pizarras estériles (9). La dirección general del corte descrito es aquí N. 70° O., con buzamiento subvertical al Este; tanto uno como otro son los mismos que en el paquete de La Becerrera, del cual forman su continuación estratigráfica.

La aparición de la gonfolita es el hecho más importante que podemos registrar.

La gonfolita del cerro de La Muesa está compuesta casi exclusivamente de elementos tomados a los terrenos devónicos o viseenses. Hemos reconocido: arenisca roja ferruginosa, la cual, alterada, puede asemejarse a la grauvaca carbonífera, pero que en fresco muestra su color y aspecto característico; mármol grioto, caliza gris y algunos cantos de caliza negra, que acaso pudieran haber sido tomados a la caliza de montaña del carbonífero más bajo de esta zona (namuriense?).

Esta gonfolita, roca clástica típica, indica la existencia de una fase orogénica antewestfaliense, sobre lo cual hablaremos más tarde en el capítulo de la tectónica (pág. 78). En La Babia Baja hasta ahora sólo la hemos reconocido en este punto.

En el cerro de la Topera se ve que el cemento de la gonfolita está cruzado por diaclasas, como indicando también su antigüedad y el haber sido afectado por los movimientos de diastrofismo.

El banco de gonfolita se reconoce yendo hacia el Norte por el cerro de la Topera hasta el Puerto Ventana, pero se pierde más allá oculto, como el resto del carbonífero inferior, por la pudinga uraliense.

#### Robledo-Pinos

En el segmento Robledo-Cospedal-La Majúa, la falta de calicatas y transversales en el paquete de las calizas nos impide dar detalles de éste, pero el examen exterior mues-

tra que su composición estratigráfica es la misma que la descrita en Pinos.

Como hemos señalado en el mapa, la parte superior del paquete de las calizas, al llegar a Pinos, tuerce violentamente su rumbo, se repliega y continúa hacia el Norte, mientras que las capas más bajas siguen sin variar su rumbo O.-E., hacia el Puerto del Palo. No se han hecho calicatas profundas en esta zona, pero según F. Berciano, de San Emiliano, existen capas de carbón a la altura de Pinos.

#### **Tramo de las grauvacas**

El tramo de las grauvacas es el que pudiéramos llamar «rico», dentro de la formación carbonífera de La Babia Baja. En él es donde más minas se han denunciado y explotado.

Dejando para más adelante (página 88) el detallar las capas de carbón, expondremos aquí dos ejemplos de ellas.

**MINA «AURORA».**—Esta mina, situada al Oeste de Candemuela, tiene varias capas de carbón, una de las cuales alcanza unos 60 cm. de potencia. Esta capa está limitada, lo mismo en un hastial que en otro, por grauvacas, y nos muestra bien la intensidad de los fenómenos tectónicos a que ha estado sometida la cuenca, pues en corto espacio se observa un fuerte repliegue, fallas y variaciones grandes en el espesor y continuidad del carbón.

**MINA «ELENA».**—En Genestosa, la capa de carbón de la mina «Elena», que es la que más tiempo ha estado en explotación en toda la cuenca, arma bien entre areniscas o grauvacas.

Al Este de La Majúa se reconoce una sucesión de capas intercaladas entre pizarras y areniscas y con algunos delgados lechos de caliza, subordinados.

#### **Tramo de las pudingas y grauvacas uralienses**

Como se ve en el mapa de la lám. A, señalamos en la parte Norte, al pie de La Becerrera, una mancha de pudingas silíceas, que, a diferencia de lo que admiten otros, y nosotros mismos en 1943, suponemos que no corresponden al carbonífero inferior, sino que forman la base de la transgresión uraliense, acaecida después del gran movimiento orogénico herciniano en su fase astúrica, que plegó el carbonífero de la cuenca babiana.

La discordancia entre la pudinga y el carbonífero inferior no aparece ejemplar en parte alguna de La Babia (c. 11), ni tampoco en la zona por nosotros recorrida de la contigua cuenca de Teverga, pero se reconoce bien observando los rumbos y buzamientos de los terrenos. En el valle de la Topera, camino de la mina «Santa Fe», los cerros de la vertiente izquierda están formados, en su parte superior, por la pudinga en estratificación poco acusada e inclinada, mientras que en la base se destacan las capas subverticales de grauvacas y pizarras con carboneros del carbonífero inferior.

La constitución del manto de pudinga uraliense silícea se ve bien en distintos puntos; uno es el barranco que sube hacia la mina «Santa Fe», única abierta en capas de carbón en este tramo en la cuenca de La Babia. Domina la pudinga, que lleva como lentejones o intercalaciones grauvacas y capas de carbón.

Los cantos de pudinga son casi exclusivamente de cuarcita compacta y dura; muchos son de cuarzo, bien redondeados la mayor parte de ellos y trabados por un cemento silíceo. No es raro encontrar entre ellos los «guijarreros comprimidos» a que alude Schulz (28). Los lentejones de grauvacas están dispuestos a modo de lechos de sedimentación, lo mismo que las capas de carbón que existen en este tramo.

La mina «Santa Fe», situada poco más arriba de la casa de Asunción Hidalgo, tiene su boca a los 1.450 metros de altitud. Derruida y ya abandonada, la galería de entrada deja ver, sin embargo, que se halla formando un lentejón en las grauvacas, las que a su vez constituyen bolsadas en la pudinga.

En la bocamina se pueden recoger aún en abundancia buenos ejemplares de su flora fósil, lo que contrasta con la formación del carbonífero inferior, en el que sólo hemos reconocido *Calamites* como representantes de aquéllos. Los fósiles vegetales están sustituyendo así, como documento stratigráfico, la fauna de la que carece el tramo de las pudingas; esto último era de esperar, dada la ausencia de calizas o pizarras adecuadas para la conservación de sus impresiones fósiles.

Como muestra el mapa, la pudinga forma una lengua, que es la terminación del gran manto uraliense, el cual alcanza gran espesor al otro lado del Puerto de Ventana y llega a formar un ingente anticlinal antes de llegar a Páramo.

## Paleontología del carbonífero de La Babia Baja

La cuenca babiana se muestra muy generosa en ofrecer las pruebas paleontológicas de la edad de sus terrenos. El reconocimiento más detenido de la campaña de 1945 ha permitido recoger buenos fósiles en distintos yacimientos.

### Tramo de Lena

FAUNA.—Las «calizas carboneras», muy margosas y fértidas al romperse, cuando se alteran, dejan sueltos los fósiles que contienen. Muchos de éstos se pueden recoger completos, en buen estado de conservación. En cambio, si aparecen en las pizarras son quebradizos y se deshacen con facilidad, siendo necesario darles un baño de cola o juntar con ésta los fragmentos. La fauna microscópica se encuentra de preferencia en los nódulos algo silíceos de la caliza dura, que queda dentro de la margosa, a modo de tacaña o «coal ball». Por lo común, el contacto entre las calizas y las margas o pizarras, en la cara inferior de aquéllas, suele ser la zona más rica en fósiles. La roca expuesta largo tiempo al aire deja exentos los fósiles; si es de fractura fresca no muestra más que sus secciones. Sin embargo, a veces, con el cincel, se obtienen de ella mejores ejemplares que en la roca alterada.

En las páginas 115-120 hemos hecho el resumen de los yacimientos de fósiles encontrados. Es seguro que con más tiempo se han de hallar mejores ejemplares y más



«nidos» de aquéllos. La lámina XII muestra unos cuantos ejemplares de ellos.

Dada la finalidad del trabajo presente nos hemos limitado a reconocer algunos de los fósiles más característicos, dejando para otra ocasión el estudio más detenido del abundante material recogido, por lo que en las listas que siguen no figura toda la fauna encontrada. Uno de los mejores yacimientos es el E. 3, en donde, como se ve en el resumen de aquéllos, existen numerosas especies. Otro es el inmediato E. 8, y otros, por último, el E. 4 y el E. 6.

Todos los fósiles cuyas especies nos ha sido posible determinar, y lo mismo el conjunto de ellos, nos indican que corresponde al *tramo de Lena*, de Barrois, que según la clasificación general, actualmente en uso, está comprendido en el *westfaliense inferior y medio*.

No hemos podido hallar diferencias en la composición de la fauna en sentido vertical, dentro de la formación del tramo de Lena, que permitieran deslindar horizontes o pisos; únicamente diremos que la fauna ha aparecido hasta ahora en el tramo inferior, el de las calizas, y, por consiguiente, no podemos saber si el tramo de las grauvacas contiene una variación sensible en su fauna. En él hemos encontrado únicamente pistas del tipo *Nereites*, en la grauvaca que forma la caja del carbón, material malo para la conservación de los fósiles. A pesar de ello, y con la natural reserva, recogemos aquí la información que nos dió Francisco Berciano, propietario de la mina «Aurora», sobre el hallazgo de un pez fósil, en un hastial de ella. Según esta noticia, el pez, aparecido al hacer un transversal en la explotación de la mina el año 1918, estaba completo, con escamas bien conservadas, lo mismo que los huesos de la cabeza, y se hallaba convertido en carbón. Ignorando el valor científico de este hallazgo, el pez, mira-

do primero como simple curiosidad, acabó como en tantos otros casos ocurre, por destruirse y desaparecer. No es imposible que sea cierto este hallazgo, por cuanto nosotros, en el verano de 1945, hemos hallado un diente típico de *Psammodus* (selacio), en la E. 3; Barrois, en su obra sobre Asturias, anota también la presencia de fragmentos de espinas de un pez correspondiente al grupo *Ichtyodorulites*, en el nivel de Lena de Puente de Mues.

#### Resumen de la fauna fósil encontrada en el carbonífero inferior de La Babia Baja

##### FORAMINÍFEROS:

A mitad del camino, entre Pinos y el Puerto del Palo, junto al arroyo: *Saccamina Carteri*, Brady; *Dentalina*, sp.; *Climacammina textulariformis*, Möll.; *Endothyra Panderi*, Möll.

##### CORALARIOS:

E. 4.—*Zaphrentis Phillipsi*.  
E. 3.—*Favosites Haimeana*, de Koninck.  
E. 8.—*Favosites*, sp.

##### CRINOIDEOS:

E. 6, E. 14, E. 19.—Tallos de *Cyathocrinus* y *Poteriocrinus*.

##### BRIOZOARIOS:

E. 6.—*Fenestella membranacea*, Phillips.

##### BRAQUIÓPODOS:

E. 8.—*Rhynchonella*, sp.  
E. 1, E. 3, E. 23.—*Productus*, sp.

- E. 26.—La plaza de Teverga (Asturias), *Aulacorhynchus Davidsoni*, C. Barr.  
 E. 1, E. 2, E. 4, E. 5, E. 19, E. 20, E. 26 (Teverga).  
 E. 27.—*Spirifer*, sp.  
 E. 27.—*Spirifer lineatus*.  
 E. 2, E. 3, E. 23.—*Spirifer mosquensis* (lám. XII).  
 E. 3.—*Spirifer glaber* (lám. XII).

## LAMELIBRANQUIOS:

- E. 26 (Teverga, Asturias).—*Posidonomya*.  
 E. 26 (Teverga, Asturias).—*Carbonarca*?.  
 E. 26 (Teverga, Asturias).—*Anthracosia*?.  
 E. 3.—*Astarte* sp., bivalvos indeterminables.

## GASTERÓPODOS:

- E. 4.—*Naticopsis nodosa* (lám. XII).  
 E. 20, E. 26 (Teverga).—*Naticopsis*, sp.  
 E. 3.—*Naticopsis Collombi* (lám. XII).  
 E. 3, E. 6, E. 20, E. 26 (Teverga).—*Pleurotomaria*, sp.  
 E. 20.—*Loxonema*, sp.  
 E. 6, E. 20.—*Murchisonia*, sp.  
 E. 3.—*Macrochilina*, sp.  
 E. 8.—*Orthonema*, sp.  
 E. 3, E. 4, E. 6, E. 20, E. 23.—*Bellerophon*, sp.  
 E. 3.—*Bellerophon Urii*, sp.  
 E. 3.—*Bellerophon navicula*.  
 E. 4.—*Bellerophon hiulcus*.  
 E. 3, E. 6.—*Euomphalus*, sp.

## TRILOBITES:

- E. 8.—*Phillipsia Derbyensis* (lám. XII).  
 E. 26 (Teverga).—*Phillipsia globiceps* (lám. XII).

## PECES:

- E. 3.—Diente de *Psammodus*.

## PISTAS PROBLEMÁTICAS:

*Nereites* (probablemente pistas de gastrópodos); mina «Aurora» (Candemuella), mina «Elena» (Genesotosa).

FLORA.—Entre los caracteres diferenciales que existen entre el carbonífero inferior y el superior (único yacimiento de este último: mina «Santa Fe», Torrebarrio), en nuestra cuenca, se encuentra su contenido en fósiles vegetales. En el inferior, que por su fauna consideramos que pertenece al tramo de Lena, no aparecen más que tallos de *Calamites* (panas) en las grauvacas y, como yacimiento excepcional, las tacañas fosilíferas de la mina «Rosario», de Truébano. En el superior, la escombrera de la mina «Santa Fe» nos ofrece las pizarras de sus hastiales cuajadas de impresiones de hojas de *Pteridofitas*, lo mismo que ocurre, por ejemplo, en las minas de la cuenca de Villaseca-Villablino.

## Tacañas (coal balls)

Retenemos el nombre de «tacañas» para las bolas de dolomía fosilífera, y el de «metales» para las concreciones de pirita que aparecen en algunas capas de carbón; ya en nuestro trabajo (15) hemos indicado el interés que ofrece su estudio y clasificación como elementos estratigráficos. Por lo común, la pirita se encuentra en la dolomía constituyendo menudos cristales octaédricos. De las tacañas

recogidas en diversos puntos de la cuenca, únicamente las de la mina «Rosario», de Truébano, son dolomíticas y fosilíferas, y, como era de esperar, sólo ofrecen restos de *Calamites*. En otras minas («Aurora», en Candemuela; «El Pinar», en Villargusán; «Elena», en Genesosa) las tacañas son de sílice; en la «Mora» (Babia Alta) de dolomía granuda, en formación especial. Muchas de las tacañas no son más que fragmentos del hastial que por falla han quedado embutidos en la masa de carbón; su superficie toma un color brillante, indicando que ha sufrido una fuerte fricción. Las tacañas de sílice nos recuerdan las ya observadas en las pizarras del paquete de La Becerrera y son concreciones singenéticas del carbón.

Asimismo, suponemos que las tacañas dolomíticas son concreciones singenéticas originadas como segregación de la masa pulposa del carbón en fase de consolidación. El carbonato cálcico-magnésico ha aprisionado fragmentos de hojas, tallos, esporangios, que se conservan admirablemente, salvados de la total destrucción que hubieran sufrido en el proceso de carbonificación de la materia vegetal.

Aún no se ha recogido, que sepamos, este material de otras cuencas españolas. Es interesante, desde luego, ver que la única tacaña encontrada por A. Renier en 1926, en el granero de una mina de Lieres (Asturias), la supone este autor de edad westfaliense. Lo mismo ocurre con las tacañas de Alemania, Holanda e Inglaterra. Las tacañas de la mina «Rosario» son de edad namuro-westfaliense, como lo confirma la fauna de las calizas y pizarras del tramo al que pertenece.

### Fósiles del carbonífero superior

Dado lo reducida que es la extensión del que llamamos carbonífero superior en nuestra cuenca (rincón de la Topera-Bosbudin) y la constitución del terreno que la forma (pudingas y grauvacas), no es de extrañar que en él falten los restos fósiles de animales. En cambio, abundan las impresiones vegetales en las pizarras de la caja del carbón. Por el momento, prescindimos de todo intento de sincronización más exacta con terrenos semejantes de otras cuencas, limitándonos a citar las *pteridofitas* fósiles que creemos haber hallado en la mina «Santa Fe».

*Neuropteris auriculata*.

*Neuropteris acutifolia*, Brong.

*Neuropteris longifolia*, Brong.

*Alethopteris grandini*, Brong.

*Pecopteris unita*, Brong.

*Pecopteris*, sp.

*Sigillariophyllum*, sp.

*Annularia*, sp.

*Calamites*, sp.



## TECTONICA

La fuerte intensidad tectónica que se reconoce en el paleozoico de la cordillera cantábrica, hacía decir a Schulz, en 1858 (28, pág. 68), al describir la geología de Asturias:

«La diversidad que se nota en la dirección de las montañas y la mayor diversidad que se observa en el rumbo de los estratos, que siguen curvas más o menos abiertas o cerradas y también siguen rectas de considerable longitud, buzando ya de un lado ya de otro, demuestra que fuerzas plutónicas enormes han fracturado la superficie primitiva, elevándola en parte a montañas de muy considerable altura, con cumbres y picachos asombrosos, trastornándola y replegándola en muchos puntos, retorciéndola en otros y hundiéndola en algunos de modo que es muy difícil distinguir entre estos terrenos un orden o sucesión de antigüedad».

Más tarde Barrois (7, pág. 527) cuando habla de la cuenca de Lena dice: «La región está de tal modo trastornada que es muy difícil hacer la sucesión detallada de los cortes del terreno.»

Por último, Rotaèche, refiriéndose a las cuencas de Sabero y Guardo, estudiadas por Urrutia (15, pág. 223) escribe: «Realmente es muy compleja la estratigrafía de la

cuenca leonesa-palentina, quizá como ninguna otra de la Península...»

Si bien hacemos nuestras una vez más las palabras de estos eminentes autores, vemos ahora que la tectónica es grandiosa, pero relativamente sencilla, como resulta después que se ha logrado en gran parte reconocer la filiación estratigráfica de los diversos terrenos que forman la cuenca. En conjunto, existen cuatro unidades tectónicas:

1.<sup>a</sup> El anticlinal de Puente Orugo, de núcleo devónico y sobre el que descansa en concordancia tectónica, al menos aparente, la formación sedimentaria del carbonífero inferior.

2.<sup>a</sup> La masa caliza de las Peñas Ubiñas y La Becerreira, que muestra concordancia estratigráfica con el anticlinal devónico-carbonífero de Puente Orugo, pero que respecto a él ha actuado con independencia en los movimientos orogénicos.

3.<sup>a</sup> El manto alóctono cambro-siluro-devónico, que recubre la cuenca carbonífera por el Sur y Oeste.

4.<sup>a</sup> La lengua de pudinga uraliense, extremo meridional del manto transgresivo del carbonífero superior, que procedente de Asturias penetra por el Norte y termina en los cerros de Bosbudin y La Topera, al Este de Puerto Ventana.

\* \* \*

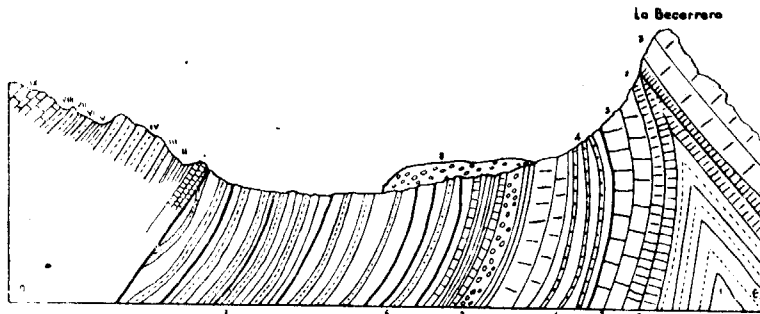
1.<sup>a</sup> El anticlinal de núcleo devónico que llamamos de Puente Orugo, se desarrolla y ensancha hacia el Este al llegar al valle del Bernesga y se estrecha y anula en Huergas de Babia, oculto tectónicamente por el manto alóctono y recubierto además por los aluviones cuaternarios y actuales. Su estructura sólo la hemos reconocido en el corte

transversal hecho por la erosión vertical del río Orugo al buscar su desagüe en el Luna (c. 2, 3). La formación devónica de este ingente anticlinal, que llega a alcanzar altitudes de 1.900 metros y más en varias cumbres, queda más a fondo cortada por el valle del Bernesga, lo que permite reconocer bien su composición. De aquí que los autores, tanto antiguos como modernos, se hayan fijado sobre todo en este valle del Bernesga para estudiar la formación devónica. Entre los más recientes citaremos, W. Kegel (1927), P. Comte (1939), P. H. Sampelayo (1942).

En esencia, la composición estratigráfica en uno y otro de los cortes transversales de este gran anticlinal devónico (valles del Orugo y del Bernesga) es la misma. Debido al gran desarrollo que toma cada uno de los tramos y a la presencia de fósiles característicos en el valle del Bernesga, se han podido señalar con mayor precisión las épocas de sedimentación y se reconocen los horizontes clásicos de su división estratigráfica, desde las capas de paso del silúrico hasta las de transición al carbonífero. La disposición tectónica de la formación devónica de anticlinal, que se observa en Puente Orugo, se conserva también en el valle del Bernesga, pero complicada con un mayor desarrollo de las fallas longitudinales y pliegues secundarios, ya iniciados en Puente Orugo. En cambio, lo mismo en el valle del Bernesga que en el del Orugo no se observan tan patentes las dislocaciones de tipo transversal u oblicuo a la dirección del plegamiento, como parecen existir en la región de Huergas de Babia, al extremo Oeste del anticlinal.

La formación devónica soporta a la carbonífera; según distintos autores (Delépine, II), no existe entre ambas una perfecta concordancia estratigráfica, ya que se han podido señalar regresiones y transgresiones en los últimos tramos

del devónico y primeros del carbonífero en otras zonas, pero en nuestra región es posible que la intensidad de los movimientos orogénicos haya borrado las señales de una discordancia, bien angular, bien sólo estratigráfica. En todo caso, las ramas del carbonífero que forman la cuenca carbonífera de La Babia, entre el Puerto del Palo, Pinos, San



Corte II.—Esquema general de la cuenca carbonífera de San Emiliano.

1. Núcleo devónico del anticlinal volcado de la Peña Ubiña-Becerrera.
2. Mármol grioto viseense.
3. Caliza de montaña namuriense.
4. Paquete de La Becerrera (grauvacas y pizarras con carboneros).
5. Bancos de gonfolita de elementos devónicos, viseenses y namurienses.
- 6-7. Cuenca productiva namuriense-westfaliense de La Babia Baja: capas de carbón entre calizas (tramo de las calizas 6) y entre grauvacas (tramo de las grauvacas 7).
8. Pudinga silícea transgresiva sobre la serie 1-7 (uraliense ?).
- I-IX. Manto alóctono.
  - I. Caliza roja y blanca marmórea veteada, a trechos fosilífera (restos no determinables) acadiense ?
  - II. Pizarras verdes fosilíferas acadienses.
  - III. Cuarcitas moteadas postdámienas.
  - IV. Cuarcitas blancas ordovicienses.
  - V. Pizarras ampelíticas gotlandienses.
  - VI. Arenisca roja ferruginosa del devónico inferior.
  - VII. Pizarras verdes del devónico inferior.
  - VIII. Cuarcitas blancas del devónico medio.
  - IX. Calizas grises del devónico medio.

Emiliano, Robledo, Riolago, Truébano y Rabanal, se adaptan sin alteración visible a la forma que las impone el substrato devónico que las soporta.

No ocurre lo mismo en el sector que comprende desde San Emiliano y Pinos, por el Sur, y el resto de la cuenca, por el Norte. Una parte de las capas del tramo calizo, que al Oeste tienen un rumbo E.-O., experimentan una violenta torsión a la altura de Pinos y cambian aquél por el N.-S. El tramo de las grauvacas que le sigue es también modificado en su primitivo rumbo por la misma causa. ¿Cuál es ésta? Suponemos que la masa caliza de las Peñas Ubiñas, al ser afectada por el empuje del movimiento orogénico, se ha plegado y levantado, quedando debajo los terrenos que estratigráficamente le seguían y después se han desprendido corriendo sobre ellos hasta ocultarlos en parte.

El gran desarrollo que adquieren los mantos de escombros alrededor de los potentes macizos montañosos de las Peñas Ubiñas, impide el reconocimiento del contacto entre su base y las calizas, pizarras y grauvacas de la cuenca, pero uno de los crestones del tramo de las calizas parece ocultarse, como ya en páginas anteriores hemos señalado y en el mapa se indica también, bajo la masa caliza de las Ubiñas. El desplazamiento de la masa caliza ha debido ser pequeño; en La Becerrera no se aprecia esta anomalía tectónica. Es probable que sólo se haya originado una cobijadura con empuje de Este a Oeste, en el segmento comprendido desde la Peña Ubiña grande hasta la chica, originándose así el brusco codo del Laberinto, en Pinos, y los fuertes repliegues que le siguen.



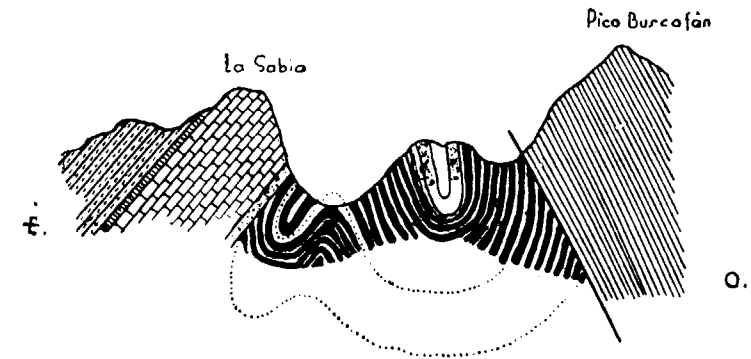
### El manto alóctono cambro-siluro-devónico

El contacto anormal entre los terrenos cámbricos y carboníferos (c. I, II) lo hemos reconocido en un largo trayecto, desde los Barrios de Luna, por Láncara, Rabanal, Truébano, Riolago, Huergas, Torre, Robledo, Cospedal, La Majúa, Genestosa, hasta Puerto Ventana. Desde aquí lo hemos visto cortar la carretera al otro lado del puerto, bajando a Páramo. Más abajo lo hemos vuelto a encontrar en Villanueva de Teverga.

Uno de tantos hechos aún poco destacados en geología es la facies tectónica que toman los terrenos o las asociaciones estructurales de ellos, lo que, por comparación, ayuda también a reconocerlos junto con los fósiles y las facies estratigráficas. La comparación de distintas cuencas carboníferas europeas muestra una analogía estructural que acaso esté en relación con la composición estratigráfica de los terrenos afectados por los movimientos orogénicos. Se habla actualmente de una «tectónica de pisos» y se destaca la conducta especial de algunos de éstos. Sobre todo, los materiales plásticos del keuper dan lugar a la tectónica «diapírica» o «eyectiva» y se conoce bien la serie de anomalías tectónicas causadas por la presencia del keuper. Es posible que, a su vez, la facies tectónica tan semejante de las cuencas westfalienses de muchas partes de Europa, por lo menos, sea debida a la misma asociación de terrenos afectados por la orogénesis astúrica. Exponemos aquí dos ejemplos de las cuencas de este tipo (cortes 12, 13).

En La Babia, el borde del manto de corrimiento está formado por la caliza nodulosa roja mesocámbrica. Por todas partes del largo recorrido antes señalado, esta caliza

es vertical o subvertical y si se observa en otras zonas de la Península, por ejemplo en Villanueva de Jalón (Zaragoza), Guadalcanal (Sevilla), etc., el aspecto es el mismo que muestran las fotos de las láms. IV y V. Este borde, siempre



### CORTE POR EL CARBONIFERO DE TEVERGA

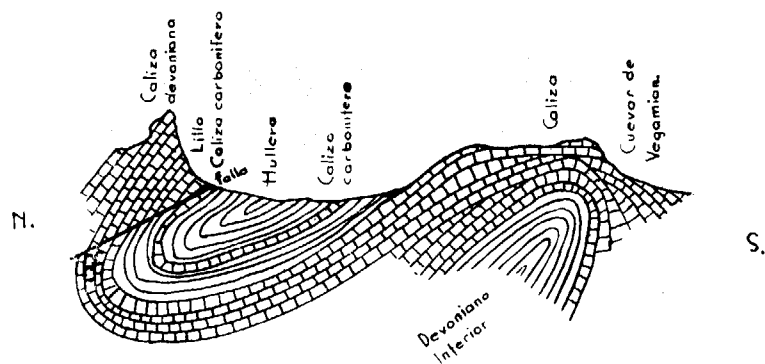


Corte 12. — La cuenca carbonífera de Teverga, según E. Cueto.  
Cueto (E.): «Orografía y Geología Tectónica del país cántabro-astúrico». Bol. Inst. Geol. España, XLVII. 1927.

tan levantado, del manto alóctono, está adosado por toda la parte Sur de la cuenca carbonífera a la caliza o a las pizarras westfalienses, que también son verticales o subverticales, lo que, de no existir fósiles, haría creer que la sucesión estratigráfica era normal. Pasando el brusco recodo de Huergas, ya al otro lado del borde del manto, se hace más

fácil distinguir el rumbo N.-S., que tiene aquí el manto del E.-O., de los terrenos a los cuales recubre, aunque no siempre este hecho aparece tan evidente.

El buzamiento tan abrupto del borde del manto alóctono se hace más suave a medida que se asciende por él (lám. IV) en todo el marco que rodea la cuenca, pero sobre



Corte 13. — Corte de Lillo a Cuevas de Vegamián (León), según P. H. Sempelayo.

«El sistema siluriano. Explicación del nuevo mapa geol. de España». Madrid, 1942.

todo en la parte Oeste. La composición estratigráfica y tectónica de este manto, en los distintos cortes que de él hemos hecho, permanece constante. Si bien la anchura de cada faja de los terrenos cámbricos, silúricos y devónicos que lo forman varía dentro de ciertos límites, todos ellos forman un apretado paquete que sigue las mismas inflexiones que su borde, constituido por la caliza mesocámbrica, con un buzamiento constante, hacia el exterior de la cuenca, hasta llegar a la región axial, a la divisoria tectónica, en donde se reconoce un sinclinal formado en las calizas más altas del devónico y acaso en los niveles más bajos de la caliza de montaña viseense y namuriense; esta divisoria,

ya señalada por Adaro (3, 5), se puede reconocer bien en la parte Oeste del manto, a lo largo de la carretera, entre Hurgas y Villaseca. En páginas anteriores hemos aludido a la rama de este gran sinclinal que se continúa hacia Villaseca.

La zona de más extenso diastrofismo del borde de este manto alóctono es la comprendida desde Riologo-Hurgas-Robledo, hasta Teverga, pasando por el Puerto Ventana y, más especialmente aún, suponemos que debe ser la comprendida a uno y otro lado de este último punto. En Puerto Ventana, el manto avanza tanto que llega a hacer desaparecer casi por completo la cuenca carbonífera. Más al Sur del Puerto, el borde del manto queda más retrasado y deja al descubierto una zona extensa de carbonífero productivo.

No tenemos elementos de juicio para admitir una forma determinada de la cuenca cubierta por el manto de corrimiento, pero observando el cambio de buzamiento que tienen las capas de carbón desde La Becerrera, en donde quedan debajo de la masa de caliza de montaña, hasta Genestosa, en donde buzan hacia el Oeste con gran inclinación, todo lleva a admitir una forma de sinclinal poco cerrado entre La Majúa y Puerto Ventana (c. 11); esta disposición debe continuarse acaso al Norte del puerto, pero ya al llegar a Villanueva la cuenca carbonífera se estrecha y forma un sinclinal de apretados flancos.

### Las fases orogénicas de La Babia

E. Cueto (1926, 1943) y, más detalladamente, P. Comte (1939, 1945) describen la tectónica herciniana de la Cordillera Cantábrica. Sobre todo, el último de estos dos autores estudia la zona del valle del Bernesga, idéntica en sus rasgos principales a los que tiene La Babia Baja, que como decimos antes es prolongación de aquélla. En cuanto a los movimientos orogénicos más bajos del grupo caledoniano, a juzgar por la completa sucesión estratigráfica del manto alóctono, desde el cámbrico medio hasta el devónico superior, creemos que no han existido en nuestra zona, como por el contrario hemos visto claramente en el Caleao (Asturias), como ya en páginas anteriores decimos. En cambio sí parece haber huellas de las fases iniciales del gran plegamiento herciniano que culmina en la orogénesis astúrica. La presencia de la gonfolita caliza de Torrebarrio, cuyos elementos proceden del devónico y del mármol grioto viseense, señala, a nuestro modo de ver, un movimiento de edad sudética (entre el viseense y el namuriense).

### Las orogénesis astúrica y sálica, fases tectónicas principales de la cuenca carbonífera de La Babia Baja

Después del movimiento precursor sudético, la cuenca carbonífera de La Babia, junto con otras muchas regiones paleozoicas de España, ha sido plegada en la fase astúri-

ca; orogénesis comprendida entre el depósito de los terrenos de edad westfaliense y el de los de edad estefaniense. En ninguna otra parte aparecen más precisados los datos para determinar esta fase orogénica que en Asturias; de aquí el honroso nombre con que Stille (\*) ha querido distinguirla. En efecto, la discordancia entre las pudingas uralenses y las capas westfalienses del nivel de Lena o del de Sama, que quedan recubiertas por las primeras, se reconoce bien por algunos sitios de Asturias; asimismo, aunque no tan claramente, se observan en nuestra cuenca, en la cual, como ya hemos visto, existe una representación de la pudinga uralense.

Aunque en nuestra región, por la ausencia de depósitos terciarios, no se puede reconocer el contacto de los terrenos antepirenaicos con los posteriores a la fase orogénica sálica acaecida entre el oligoceno y el mioceno, la identidad de estructura tectónica que muestra con las zonas situadas más al Este (cuenca del Bernesga, Torio, etc.) es tal, que nos induce a pensar que la orogénesis pirenaica en su fase sálica es la principal causante de las fuertes dislocaciones en ella existentes, sobre todo de la cobijadura y formación del manto alóctono. Esta orogénesis sálica aparece bien manifiesta en todo el borde Sur de la cordillera cantábrica desde cerca de La Robla hasta la provincia de Palencia, como uno de nosotros (G. de Llarena, 1934) ha reconocido. La masa de terrenos paleozoicos está volcada sobre el cretácico marino y el eoceno-oligoceno terrestre. Es un tema que queda reservado para otra ocasión el discernir la parte que corresponde a cada una de estas fases orogénicas, que, acaso, con un mayor conoci-

(\*) H. Stille: «Grundfragen der vergleichenden Tektonik», Berlín, año 1924.



miento estratigráfico y de las discordancias entre los terrenos (como ocurre en parte en los secundarios marinos de Asturias), lleguen a ser más de las ya clásicas aquí indicadas.

El fenómeno orogénico ha tenido episodios diversos y acaso se haya realizado con relativa rapidez. El empuje ha hecho tomar a los terrenos plegados la forma de arco, tan característica de muchas otras regiones de gran importancia, levantadas en distintas orogénesis (Cordillera Bética, Alpes), pero en la que su explicación dista mucho aún de ser satisfactoria (Cueto, 9). En una primera fase de plegamiento general se ha levantado el anticlinal de Puente Orugo; después, en otra inmediata, de mayor intensidad, se ha levantado el macizo de las Peñas Ubiñas y La Becerrera, se ha volcado por la parte de La Becerrera, mientras que por la parte de la Peña Ubiña chica se ha desprendido de su substratum, empujando las capas carboníferas del tramo de las calizas y originando los repliegues de Pinos.

La formación del manto de corrimiento, la cobijadura de los terrenos carboníferos por los antecarboníferos, parece tener un origen doble de fuerte compresión y empuje en unos sitios y de distensión y hundimiento en otros. Cabe pensar que el sorprendente paralelismo de las capas sedimentarias, ya se trate de materiales duros o de blandos, existan o no discordancias angulares, tengan espesor igual o desigual los estratos a lo largo de su formación, sea debido a la intensa presión orogénica, que tiende a hacer homogénea la masa sedimentaria por el empuje orogénico, que le da una plasticidad y movilidad grandes. Como ya hemos anotado antes, la caliza cámbrica del borde del manto alóctono, en su contacto anormal con el terreno carbonífero, aparece en estratos verticales o subverticales. En el primer caso sugiere la idea de una falla, como se ve en

la Sierra de la Miel, entre Torre y Robledo, en el frente que se alza abrupto sobre el valle del Luna. Pero, en general, las capas de caliza cámbrica, que constituyen en algunos puntos repliegues especiales (Hoya de los Billares, E. 5), recubren volcadas a las carboníferas (lám. IV), reposando sobre estas últimas, las cuales quedan así cobijadas por las primeras. Podría suponerse que en la zona de la Sierra de la Miel, en el área comprendida entre Robledo, Torre y Riolago, en el fondo del codo, allí donde desaparece el anticlinal devónico de Puente Orugo, se han originado fallas verticales por hundimientos. En el resto del borde del manto el empuje venido del Norte y del Este ha ocasionado la rotura vertical de los terrenos y ha hecho saltar la cubierta formada por los sedimentos cámbricos, silúricos y devónicos al nivel de la caliza mesocámbrica. La cobijadura o corrimiento de la cubierta o manto de terrenos antecarboníferos ha alcanzado una intensidad variable. Por el Sur, entre Rabanal y Riolago, llega acaso a ocultar por completo la formación carbonífera, que allí no debía formar, desde luego, más que una cuenca alargada y estrecha. Por el Norte ha ocurrido lo mismo entre Robledo y La Majúa, pero después, tal vez consumido el empuje Este-Oeste de la masa caliza de las Ubiñas, en la formación de los repliegues de Pinos y en la pequeña cobijadura originada al pie de la Peña Ubiña chica, el manto alóctono dejó al descubierto la cuenca carbonífera entre San Emiliano y el Puerto Ventana. En este último punto, como se ve en la zona alrededor del pico Ferreirúa, avanzó de nuevo hasta recubrir la formación westfaliense.

En Teverga se observan variaciones semejantes en el recorrido del borde del manto. De interés sería seguirlo hasta su terminación en el mar, para lo que puede ser útil el mapa de Adaro y Junquera, de escala 1:127.000, que

acompaña a la obra (5), si bien teniendo en cuenta que parte de los tramos allí señalados como caliza carbonífera o devoniana, que bordean por el Oeste al terreno hullero desde Puerto Ventana, por Villanueva de Teverga, hasta Tameza, deben pasar a caliza mesocámbrica (acadiense), según hemos tenido ocasión de ver por el hallazgo de los trilobites característicos de las pizarras verdes que la acompañan (pág. 29).

### Edad de la cuenca

En la rápida campaña del año 1943 pudimos suponer ya que la edad de la cuenca carbonífera de La Babia Baja era la westfaliense, guiándonos por las facies litológicas y tectónicas, idénticas a las de las cuencas formadas en el tramo de Lena, de Barrois. Este año de 1945 hemos encontrado, además, numerosos yacimientos de fósiles, que permiten datar con seguridad los terrenos que los contienen.

Siguiendo a Delépine (11) y a Ruiz Falcó y Madariaga (27), consideramos que el tramo de Lena está comprendido en el westfaliense. Delépine sitúa la parte superior de este tramo, que incluye las capas «generalas», en el westfaliense medio, en tanto que los niveles más bajos del tramo quedan en el westfaliense inferior; así como la caliza de montaña, por último, la coloca en el namuriense, nivel intermedio entre el dinantiense y el westfaliense.

Por nuestra parte, dada la analogía que existe entre las cuencas asturianas del tramo de Lena y la de La Babia Baja, establecemos, provisionalmente, la clasificación siguiente para el carbonífero anterior a la fase orogénica astúrica, que forma nuestra cuenca:

Tramo de las grauvacas ... ..	Westfaliense medio ?
— de las calizas .....	— inferior.
Caliza de montaña .....	Namuriense.

Como ya hemos indicado en el capítulo de la paleontología de la cuenca, no obstante el sensible cambio de facies del tramo de las calizas al de las grauvacas, no hemos podido reconocer otro correlativo a la fauna, por no haber encontrado fósiles en este último; no obstante, provisionalmente, le asignamos la edad del westfaliense medio. Conformes con P. H. Sampelayo (17), el tramo de Sama, que no parece existir en nuestra zona, lo consideramos del westfaliense superior; según Barrois, la orogénesis principal en Asturias ha tenido lugar entre la formación del tramo de Sama y el de Tineo.

Más difícil es, por el momento, asignar una edad precisa a la masa de pudinga cuyo extremo llega hasta encima de Torrebarrio, y tanto desarrollo adquiere hacia Sierras Negros y Peña Parada, aunque la determinación de las pteridofitas de los hastiales de la mina «Santa Fe» nos hacen suponerla de los tramos superiores del carbonífero, probablemente del estefaniense.

## **VALORACION INDUSTRIAL DE LA CUENCA CARBONIFERA DE LA BABIA**

### **Historia de las explotaciones mineras. Movimientos de concesiones**

La existencia de concesiones mineras en el Ayuntamiento de San Emiliano data del año 1900, en el que se concede una mina de hierro, denominada «Viernes», número 1.562, situada en términos de Torrestío y Torrebarrio, en el paraje de Las Lombas, al Sur del pico Ferreirúa; estos hierros quizá se beneficiaran en la herrería hoy llamada Casa del Herrero, situada en las proximidades de la concesión.

Las primeras minas de hulla fueron otorgadas por el año 1915, siendo la primera la titulada «Fuego», n.º 4.340, situada en términos de Candemuela y La Majúa; luego se alcanzó el mayor auge de superficie concedida por minas de hulla, en esta primera época, en el año 1930, en el que existían 38 minas, con una superficie de 1.587 hectáreas, de las cuales 10 eran propiedad de la Sociedad Carbones Leoneses, domiciliada en Santander; aparte de éstas existían entonces tres minas de hierro con 234 hectáreas.

A partir de esta fecha se inicia un descenso, con alternativas de altas y bajas, de concesiones vigentes, que cul-



mina en el año 1937, en el que con motivo de la guerra civil fenecen hasta 32 concesiones, quedando solamente vigentes 10, con una superficie de 254 hectáreas, si bien se mantiene además la primera, de hierro, con 74 hectáreas.

En el año 1941 vuelven a concederse extensas minas («Laberinto 1.º», «2.º», etc.), llegando en la actualidad a una extensión total de 3.479 Ha., de las que forman parte importante las de hierro, con una extensión de 585 hectáreas, enclavadas estas últimas en los asomos de hierro devónico que circundan la zona.

Esta alternancia brusca de petición de minas y bajas de las concedidas indica claramente la dificultad que existe para cubicar la riqueza hullera existente, debida a la complejidad de los problemas que constantemente se presentan, tanto tectónicos como estratigráficos, cuya falta de estudio y solución es la principal causa de la inestabilidad de la propiedad minera de la cuenca.

En el momento presente, parece iniciarse un nuevo período de investigación con caracteres formales, al adquirir la importante Sociedad Minero Siderúrgica de Ponferrada la propiedad de 2.700 hectáreas, en las que empiezan a practicarse labores de reconocimiento que aportarán en su día importantes luces sobre el conjunto de la cuenca y ayudarán a desentrañar la estructura de su intrincado subsuelo.

### **Antecedentes de explotación**

De la cuenca de San Emiliano, apenas se pueden citar datos estadísticos sobre producción de las minas que existieron en la misma hasta la fecha, pues en líneas gene-

rales sólo cabe decir que los trabajos en ellas realizados estuvieron siempre limitados a labores de investigación, consistentes en calicatas y pequeños transversales y galerías, sin que nunca se hayan acometido labores serias de preparación ni de explotación.

Las primeras labores de que se tiene noticia, aparte de las de rapiña constantemente realizadas, fueron efectuadas a partir del año 1918, en el que se practicaron trabajos en las siguientes minas: «Leona», propiedad de D. Elías García Lorenzana, y de la que fué director D. Arturo Vázquez, con una producción total de 200 toneladas; y «Aurora», de D. Francisco Berciano, con una producción total de 1.300 toneladas. En este año de 1918 también empezaron los trabajos de preparación en las minas «Antonia», «Eduardito», «Mosquera» y «Villa Alejandra 2.ª», de la Sociedad Anónima Carbones Leoneses, pero no tuvieron producción durante el año ni hay constancia de que la tuvieran posteriormente. La producción en el año 1919 fué en la mina «Leona» de 150 toneladas y, en la «Amalia», de 170 toneladas. En el año 1920 produjo 4.000 toneladas la mina «Amalia», propiedad de D. Francisco Blanco.

En la mina «Elena», propiedad del mismo D. Francisco Blanco, empezó la explotación en el año 1931, con una producción de 45 toneladas. Siguió sin extraer nada el año 1932, para volver a reanudarse las labores con una producción, en 1933, de 380 toneladas; en el año 1934, de 600 toneladas; en 1935 se suspendieron los trabajos y no volvió a producir hasta el año 1940 (1.140 toneladas), siguiendo con 1.205 en 1941, 1.425 toneladas en 1942 y 597 en 1943.

Además de las minas citadas se practicaron también trabajos en las «Teófila» e «Informada», con pequeñas producciones, que se vendían en los pueblos del contorno.

En la zona de Truébano, al Sur de este pueblo, fueron solicitados recientemente cuatro registros mineros, dos de baritina y dos de hulla; en uno de estos últimos, denominado «Rosario», ha sido abierta una galería sobre una capa de hulla, de cuatro metros de potencia, que fué guiada en unos 25 metros; actualmente se halla parada por haber estado en tramitación su registro hasta mediado el año 1945.

### Las capas de carbón

La estructura tectónica de la cuenca, tal como la entendemos nosotros, queda expresada en el corte II, en donde se observa la disposición general que tienen las capas, su desarrollo y su brusca desaparición bajo el manto de recubrimiento tectónico. Mirando la cuenca desde el Puerto de Ventana, en conjunto, las capas de carbón con las pizarras, calizas y grauvacas de su caja, forman un sinclinal, de cuyas ramas, la oriental queda debajo de la sierra de Peña Ubiña, y la occidental está recubierta o cobijada por los terrenos devónicos, silúricos y cámbricos del manto alóctono. Es posible que esta cubeta sinclinal sea más cerrada de lo que hace suponer el esquema de la figura dicha, como ocurre con la cuenca de Teverga, que, según La Cuadra, Ingeniero Director de Hulleras e Industrias, forma un sinclinal isoclinal de buzamiento al Oeste y de eje Norte-Sur. En La Babia, sin embargo, no hemos reconocido las capas correspondientes a la rama occidental, recubierta por la masa de terrenos del manto alóctono, en ningún punto de la cuenca, por lo que, dada la poca inclinación relativa de las capas de carbón visibles en el pun-

to de contacto con la caliza cámbrica, admitimos ahora, a diferencia de lo que suponíamos en 1943, un sinclinal menos abierto que entonces, cuando aún no teníamos datada con exactitud la edad de la citada caliza, atribuída al devónico por los autores que nos han precedido.

No podemos señalar con exactitud el número de capas reconocidas; en la rama Norte, las más constantes, por su continuidad, aunque no por la uniformidad de potencias, por mostrarse dispuestas en rosario, parecen ser las que acompañan a las calizas, de Cospedal a Pinos; en la rama Sur sólo se encuentra el tramo de las calizas.

Estimamos que teniendo presentes las juiciosas observaciones de Schulz, suscritas por Barrois (7, pág. 558), sobre los cálculos exagerados de capas de carbón, hechos a veces sin tener en cuenta las fallas y plegamientos que puedan simular mayor número de aquellas del que en realidad existen, en la cuenca de La Babia deben hallarse de 9 a 12 capas, con una potencia media de 9 a 10 metros. Durante la campaña de 1943 tuvimos ocasión de trazar varios perfiles, con objeto de recoger muestras de carbón.

### Tramo de las grauvacas

En un corte estratigráfico que nosotros titulamos «Al Este de La Majúa», hemos reconocido, con pequeñas calicatas, hasta 16 afloramientos de capas, en las que incluimos varios carboneros inexplotables.

El detalle de las capas en el corte al Este de La Majúa, es el siguiente:

- Capa n.º 1. Arma entre areniscas (grauvacas) al muro y pizarras al techo; dirección E. 20° S., buzamiento 70° N. y potencia 0,60 metros.
- Capa n.º 2. Arma entre areniscas al muro y pizarras al techo; dirección E. 20° S., buzamiento 70° N. y potencia 0,70 metros.
- Capa n.º 3. Arma entre pizarras; dirección E.-O., buzamiento 85° N. y potencia 0,15 metros.
- Capa n.º 4. Arma entre areniscas al muro y pizarras al techo; dirección E.-O., buzamiento 95° N. y potencia 0,65 metros.
- Capa n.º 5. Esta se halla compuesta de tres venas de 0,20, 0,50 y 0,50 metros, respectivamente, contadas de muro a techo, con intercalaciones pizarrosas de 0,15 y 0,30 en el mismo sentido, siendo la roca de la caja también de pizarras; dirección E. 10° S., buzamiento 90° Norte.
- Capa n.º 6. Arma entre areniscas con salbandas de pizarras de 0,10 m. cada una; dirección E.-O., buzamiento 90° N. y potencia 0,20 metros.
- Capa n.º 7. Tiene pizarra como muro y arenisca como techo; dirección E. 15° N., buzamiento 90° N. y potencia 0,70 metros.
- Capa n.º 8. Arma entre pizarras; dirección E.-O., buzamiento 60° N. y potencia 0,95 metros.
- Capa n.º 9. Pequeño carbonero que arma entre pizarra; dirección E.-O., buzamiento 90° N. y 0,15 m. de potencia.
- Capa n.º 10. Arma entre pizarras al muro y areniscas al techo; dirección E. 10° S., buzamiento 90° N. y potencia 0,50 metros. Esta capa presenta en su afloramiento un estre-

- chamiento hacia arriba, terminando en cuña.
- Capa n.º 11. Arenisca al muro y pizarra al techo; dirección E.-O., buzamiento 80° N. y potencia 0,30 metros.
- Capa n.º 12. Arma entre pizarras; dirección E. 20° N., buzamiento 80° N. y potencia 0,70 metros.
- Capa n.º 13. Arenisca al muro y pizarra al techo, dirección E. 15° S., buzamiento 80° N. y potencia 0,70.

El tramo de las grauvacas aquí detallado se sigue desde Cospedal, al Oeste de La Majúa, bordea este pueblo y se continúa al Este del mismo; se inflexiona con la curva general de la cuenca hacia el Norte, pasa por la mina «Aurora», doblando sin atravesar el río, y dirigiéndose hacia la mina «Elena», que está próxima a Genestosa; continúa al Este de este pueblo por el pico de la Campana, para internarse en el valle que con dirección E.-O. existe al Norte de Genestosa; vuelve por el paraje El Rincón, al Este de la Casa del Herrero, pasa por la mina «Informada», donde aparecen labores abandonadas, y se pierde su continuación al llegar al Puerto de Ventana. El borde Este, esto es, la zona inferior de este tramo, atraviesa el río hacia el pueblo de Candemuela, se inflexiona en la coronación del cerro llamado La Mata de Candemuela, dobla al Sur de Villargusán, para pasar por el pico de la Corona, y por las minas «Teófila» y «Gaudencia», donde hay explotaciones abandonadas, ocultándose desde allí con rumbo que no hemos podido determinar.

Suponiendo que este paquete tenía que pasar hacia Puerto Ventana, entre el Peñón de Ventana y la Collada del Cuervo, aunque no estaba señalado en dicha zona,

hicimos pequeñas labores de reconocimiento, habiendo logrado situarlo en el desmonte de la carretera, como a unos 200 metros al S. del paso de la misma por el Puerto. En este asomo del paquete se encuentran todas las capas muy inmediatas unas a otras y con fuertes trastornos, plegamientos de radio muy pequeños y fallas.

EL PAQUETE O TRAMO DE «PINOS» O DE «LAS CALIZAS».— Lo hemos reconocido en las proximidades del pueblo de Cospedal, en El Rebordillo, donde las capas tienen potencias que oscilan entre 0,30 y 0,60 m.; desde aquí marcha recto hacia el Este, pasando su borde septentrional por el Sur del pueblo de La Majúa, sigue a unos 200 m. al Norte de San Emiliano y se dirige hacia Pinos; al NE. de este pueblo y previa una violenta inflexión (véase plano geológico de la cuenca) marcha a doblar con menos brusquedad en el alto de Villar de Lena, precipitándose después sobre Villargusán y pasando por este mismo pueblo para volver sobre su dirección al Norte; sigue hacia la iglesia de Torrebarrio y el cementerio del mismo pueblo; continúa en un pequeño trecho en dirección NO., para volver, bordeando el barrio de Arriba de Torrebarrio, a describir una curva cerrada y dirigirse hacia el Alto de Gorbizalón y marchar luego al Este, pasando inmediato a la cuadra de Manuela La Lechera y al Oeste del corral de Asunción Hidalgo; de aquí continúa hacia el Peñón de Ventana, en donde lo mismo que ocurre con el paquete de las graúvacas, no hemos podido ver con detenimiento su continuación precisa al otro lado del puerto, por quedar recubierto por la pudinga uraliense, si bien suponemos que tanto uno como otro de ambos paquetes se reconocen en las calicatas hechas en la vertiente asturiana, como ya en páginas anteriores dejamos dicho.

El borde Sur de este paquete, paralelo al borde Norte hasta Pinos, inicia al llegar a este pueblo una divergencia, y orientándose hacia el Alto de la Mira, se interna entre los macizos de las dos Peñas Ubiñas, grande y pequeña, para volver en ángulo agudo hacia Torrebarrio e inflexionarse a mitad del camino con gran brusquedad y estrellarse contra el macizo de Peña Ubiña la grande, en la vertiente Sur del valle de Bayuga, que pasa por el barrio de Arriba. Aquí parece perderse su continuación, por estar probablemente oculto y cobijado, en un pequeño trayecto, por el gran macizo de Peña Ubiña, pero surge al poco trecho un fuerte banco calizo, que aunque parece desgajado de la masa Peña Ubiña, formando la llamada Peña de las Cuevas, sirve de muro de contención a los lechos de pizarra de La Becerrera. Este banco calizo podría acaso indicarnos la presencia del paquete de Pinos, que yace oculto por la ingente masa de la Ubiña mayor. Las capas que no han sido afectadas por el empuje de sentido E.-O. de la Peña Ubiña chica y que continúan con rumbo E.-O. hacia el Puerto del Palo, para enlazar con la cuenca asturiana de Tuiza, no las hemos reconocido con detenimiento, pero contienen, según informes locales, algunas capas de carbón.

#### **Zona de Truébano (tramo de las calizas)**

Se reconocen perfectamente tres capas entre los crestones calizos que se destacan al Sur de Truébano; estos crestones, con sus capas, pasan por la mina «Rosario» a la Campera de Traslapedra, siguen por la venta de Villafeliz, en donde se encuentra la capa «quemada» y, después, al



Norte de Rabanal, donde deben pasar el río hacia la herrería. En este punto cesa por ahora nuestro reconocimiento de la formación carbonífera, ya que queda fuera del ámbito objeto de nuestro estudio.

Como detalle de las capas de las calizas de la rama meridional, diremos que el corte general de este tramo es el mismo que el que hemos hallado en la zona de La Majúa; las capas tienen un banco de caliza al techo y un débil estrato de pizarra al muro; su potencia es muy variable, pasando desde la esterilidad casi absoluta de las proximidades del pueblo de Riolago a la gran potencia de la mina «Rosario», en Truébano.

El corte de las capas, en las que existen labores de la mina «Rosario», de Truébano, es el siguiente, de techo a muro (c. 9):

Un fuerte banco de caliza, marga o arenisca calcífera, que forma el techo de la capa y de bastante espesor, luego la capa de carbón, con una potencia de uno a seis metros y, por último, el muro de la misma, constituido por pizarras bituminosas.

Desde el muro de esta capa ancha siguen varios crestones de caliza y bancos de pizarra, con dos capas al muro de las calizas, una de las cuales tiene allí una potencia de dos metros.

#### **Puerto Ventana (tramo de las calizas)**

En el corte estratigráfico por el Puerto de Ventana, se observa un pequeño anticlinal, distinguible en la trinchera de la carretera del mismo puerto; además, vemos en él la caliza del Peñón de Ventana y las grauvacas y pizarras,

entre las que existen las capas de carbón, hasta llegar a la caliza.

El detalle de las ocho capas de carbón que hemos encontrado entre el Peñón de Ventana y la caliza que los limita al Este de la cuenca, es el siguiente:

- Capa n.º 1. Tiene como techo el crestón calizo del Peñón de Ventana, con pizarras al muro, dirección Norte vertical, potencia 1,50 metros.
- Capa n.º 2. Arenisca al techo y pequeño banco de pizarra al muro; dirección Norte, buzamiento 77° O., con una potencia de 0,70 metros.
- Capa n.º 3. Arenisca al techo y pizarra al muro; dirección Norte, buzamiento 67° O., potencia 0,60 m.
- Capa n.º 4. Pizarra al techo y arenisca al muro; la capa se compone de dos venas de carbón con potencias de 0,20 y 0,30, separadas por una veta de pizarra de 0,10; dirección Norte y buzamiento de 20° Oeste.
- Capa n.º 5. Arenisca al techo y pizarra al muro; con tres venas de carbón de 0,50, 0,70 y 0,30, separadas por dos vetas de pizarra de 0,50 cada una; dirección N. 5° O., y buzamiento 20° O.
- Capa n.º 6. Arenisca con débil banco de pizarra al techo y pizarra al muro; dirección N. 5° O., buzamiento 20° O. y potencia tres metros.
- Capa n.º 7. Arenisca al techo y pizarra al muro; la capa tiene dos venas de carbón de 0,15 cada una, separadas por una pizarra de 0,10; dirección N. 20° E. y buzamiento 15° Oeste.
- Capa n.º 8. Arenisca con un débil banco de pizarra al techo y arenisca al muro; dirección N. 20° E., buzamiento 15° O. y potencia 0,35 metros.

### Análisis de carbones

Hemos recogido muestras de los sitios siguientes:

Genestosa, mina «Elena»; Torrebarrio, minas «Informada» y «Santa Fe»; entre La Majúa y Cospedal, minas «Laberinto 6.º» y «La Piedad»; Candemuela, minas «Aurora» y «Mariana»; Pinos, mina «Karpy».

Estas muestras han sido enviadas para su análisis al Instituto Geológico y Minero de España, al cual expresamos desde aquí nuestro agradecimiento por su valiosa aportación a la redacción de este informe.

Como elemento de juicio sobre el carácter general de la cuenca, estos análisis son de gran importancia sobre la calidad de los carbones y sus principales características; sin embargo, debe tenerse bien en cuenta que la mayor parte de las muestras fueron recogidas en pequeñas calicatas de la superficie, lo que hace variar sensiblemente su cualidad real.

A continuación copiamos los resultados de los análisis efectuados en las muestras recogidas en los distintos puntos de la cuenca, y cuyo número se eleva a un total de 29:

### MINA «INFORMADA»

	N.º 1	N.º 3	N.º 4	N.º 5
Humedad . . . . .	7,45 %	9,40 %	0,50 %	3,65 %
Materias volátiles . . . . .	17,75 %	25,10 %	13,10 %	22,65 %
Cenizas . . . . .	43,70 %	11,82 %	14,48 %	19,30 %
Carbono fijo . . . . .	31,10 %	53,68 %	71,92 %	54,40 %
Calorías . . . . .	4180	6850	7420	6710
Azufre total . . . . .	0,87 %	1,03 %	2,33 %	0,90 %
	No aglomerada	No aglomerada	Coque compacto y duro	Coque esponjoso y blando.

#### Análisis referidos al carbón sin humedad ni cenizas:

Materias volátiles . . . . .	36,33 %	31,85 %	15,40 %	20,39 %
Carbono fijo . . . . .	63,67 %	18,15 %	84,60 %	70,61 %

### GENESTOSA

	N.º 6	N.º 7	N.º 8	N.º 9
Humedad . . . . .	5,45 %	0,80 %	1,00 %	0,35 %
Materias volátiles . . . . .	12,75 %	28,00 %	28,70 %	16,15 %
Cenizas . . . . .	11,36 %	8,66 %	12,66 %	14,95 %
Carbono fijo . . . . .	70,44 %	62,54 %	57,64 %	68,56 %
Calorías . . . . .	7260	7880	7450	7420
Azufre total . . . . .	1,60 %	1,89 %	2,90 %	4,69 %
	No aglomerada	Coque muy esponjoso	Coque muy esponjoso	Coque muy esponjoso

#### Análisis referidos al carbón sin humedad ni cenizas:

Materias volátiles . . . . .	15,32 %	30,92 %	33,24 %	19,06 %
Carbono fijo . . . . .	84,88 %	69,08 %	66,76 %	80,94 %

## MINA «ROSARIO» (Truébano)

	N.º 10	N.º 5 BIS	N.º 7 BIS
Humedad.....	0,40 %	4,05 %	8,40 %
Materias volátiles....	11,00 %	15,45 %	21,30 %
Cenizas.....	45,76 %	12,90 %	33,86 %
Carbono fijo.....	42,84 %	67,60 %	36,44 %
Calorías.....	4725	7256	4800
Azufre total.....	6,23 %	0,96 %	1,46 %
	No aglo- mera	No aglomera	No aglomera

*Análisis referidos al carbón sin humedad ni cenizas:*

Materias volátiles....	20,43 %	18,60 %	36,88 %
Carbono fijo.....	79,57 %	81,40 %	63,12 %

## VENTANA. MINA «SANTA FE O FLORO»

	N.º 9 BIS	N.º 1	N.º 3
Humedad.....	4,50 %	7,70 %	8,70 %
Materias volátiles....	15,20 %	23,20 %	26,30 %
Cenizas.....	12,22 %	10,34 %	11,90 %
Carbono fijo.....	68,08 %	58,76 %	53,10 %
Calorías.....	7350	7160	6840
Azufre total.....	0,36 %		
	No aglo- mera	No aglomera	No aglomera

*Análisis referidos al carbón sin humedad ni cenizas:*

Materias volátiles....	18,25 %	28,30 %	33,12 %
Carbono fijo.....	81,75 %	71,70 %	66,88 %

## CANDEMUELA

	CAPA NÚM. 1	CAPA NÚM. 2	CAPA N.º 3 — En estéril Paquete de Pinos	CARBONERO NÚM. 3
Humedad.....	7,75 %	4,90 %	3,75 %	9,55 %
Materias volátiles....	14,45 %	11,50 %	10,25 %	20,65 %
Cenizas.....	43,20 %	6,01 %	68,66 %	20,36 %
Carbono fijo.....	34,60 %	77,59 %	17,34 %	49,44 %
Calorías.....	4256	5960	2260	6100
Azufre total.....	0,46 %	0,74 %	0,40 %	0,60 %
	No aglo- mera	No aglo- mera	No aglo- mera	No aglo- mera

*Análisis referidos al carbón sin humedad ni cenizas:*

Materias volátiles....	29,46 %	12,90 %	37,15 %	29,46 %
Carbono fijo.....	70,64 %	87,10 %	62,85 %	70,54 %

## CANDEMUELA

	CAPA NÚM. 4	CAPA NÚM. 5	CAPA NÚM. 6	CAPA NÚM. 6 BIS
Humedad.....	9,05 %	6,50 %	9,30 %	9,55 %
Materias volátiles....	21,05 %	17,70 %	26,20 %	28,05 %
Cenizas.....	16,16 %	32,60 %	10,86 %	9,54 %
Calorías.....	6330	5310	6920	7000
Azufre.....	0,98 %	0,53 %	0,94 %	0,80 %
	No aglo- mera	No aglo- mera	No aglo- mera	No aglo- mera

*Análisis referidos al carbón sin humedad ni cenizas:*

Materias volátiles....	28,14 %	29,06 %	32,85 %	34,66 %
Carbono fijo.....	71,86 %	70,84 %	67,15 %	65,34 %

## CANDEMUELA

	CAPA NÚM. 7	CAPA N.º 8 Labor de F. Berciano	CAPA NÚM. 10	CAPA N.º 0 Carbonero núm. 11
Humedad .....	8,80 %	8,25 %	5,35 %	8,65 %
Materias volátiles ....	19,30 %	28,25 %	13,25 %	22,65 %
Cenizas .....	27,26 %	6,47 %	15,34 %	27,16 %
Carbono fijo .....	>	56,38 %	66,06 %	41,54 %
Calorías .....	5550	7360	2270	5610
Azufre. ....	0,66 %	0,65 %	0,34 %	0,81 %
	No aglo- mera	No aglo- mera	No aglo- mera	No aglo- mera

*Análisis referidos al carbón sin humedad ni cenizas:*

Materias volátiles ....	30,18 %	33,12 %	46,34 %	35,28 %
Carbono fijo .....	69,82 %	66,88 %	53,66 %	64,72 %

## «ELENA»

	CAPA NÚM. 12	CAPA NÚM. 13	CAPA X
Humedad .....	7,65 %	8,10 %	9,20 %
Materias volátiles ....	28,05 %	17,70 %	24,70 %
Cenizas .....	6,23 %	36,00 %	12,43 %
Carbono fijo .....	58,07 %	38,20 %	53,67 %
Calorías .....	7500	4866	6850
Azufre .....	0,80 %	0,73 %	0,55 %
	No aglo- mera	No aglomera	No aglomera

*Análisis referidos al carbón sin humedad ni cenizas:*

Materias volátiles ....	32,57 %	31,66 %	31,51 %
Carbono fijo .....	67,43 %	68,34 %	68,49 %

El análisis hecho en la salbanda de la capa «Rosario», de Truébano, es el siguiente:

Sílice .....	47,40 %
Oxido férrico .....	1,66 %
Alúmina .....	25,44 %
Cal .....	8,96 %
Magnesia .....	2,44 %
Anhídrido sulfúrico .....	indicios
Alcalis .....	2,30 %
Pérdida por calcinación .....	11,70 %

La Sociedad Minero Siderúrgica de Ponferrada nos ha facilitado los siguientes datos, relativos a los análisis de los carbones de esta cuenca de San Emiliano, procedentes de las minas de su propiedad:

	CENIZAS — %	VOLÁ- TILES — %
Una piedra de cribado .....	4,90	28
Muestra de una capa .....	14,75	37,20
Muestra de otra capa .....	14,30	28,00
Muestra de otra capa .....	56,50	24,20

Respecto a la clasificación de estos carbones, seguiremos la indicada por Adaro, que los distingue como sigue: hullas secas y lignitosas, hullas semigrasas de llama larga, hullas grasas, hullas semigrasas de llama corta y hullas magras y antracitosas; utilizamos, asimismo, la característica de Adaro, basada en la relación entre las materias volátiles y el carbono fijo.

Las características Adaro de los carbones procedentes de las muestras recogidas y analizadas, son las siguientes:



## «INFORMADA»

N.º 1	V = 35,33 %	C = 63,67 %;	característica	57,05 %
N.º 3	V = 31,84 %	C = 68,15 %;	íd.	46,73 %
N.º 4	V = 15,40 %	C = 84,60 %;	íd.	18,20 %
N.º 5	V = 29,39 %	C = 70,61 %;	íd.	41,62 %

## «GENESTOSA»

N.º 6	V = 15,32 %	C = 84,88 %;	íd.	18,04 %
N.º 7	V = 30,92 %	C = 69,08 %;	íd.	44,75 %
N.º 8	V = 33,24 %	C = 66,76 %;	íd.	49,79 %
N.º 9	V = 19,06 %	C = 66,76 %;	íd.	23,54 %

## «ROSARIO»

N.º 10	V = 20,43 %	C = 79,87 %;	íd.	25,67 %
N.º 5 bis	V = 18,60 %	C = 81,40 %;	íd.	22,84 %
N.º 7 bis	V = 36,88 %	C = 63,12 %;	íd.	58,42 %

## «SANTA FE»

N.º 9 bis	V = 18,25 %	C = 81,74 %;	íd.	22,32 %
Ventana	V = 28,30 %	C = 71,70 %;	íd.	36,45 %
Capa n.º 3	V = 33,12 %	C = 66,88 %;	íd.	49,52 %

## «CANDEMUELA»

Capa n.º 1	V = 29,46 %	C = 70,64 %;	íd.	41,70 %
Capa n.º 2	V = 12,90 %	C = 87,10 %;	íd.	41,81 %
Pinos	V = 37,15 %	C = 68,85 %;	íd.	35,95 %
Capa n.º 3	V = 29,46 %	C = 70,54 %;	íd.	41,76 %
Capa n.º 4	V = 28,14 %	C = 71,86 %;	íd.	39,15 %
Capa n.º 5	V = 29,06 %	C = 70,84 %;	íd.	41,02 %
Capa n.º 6	V = 33,85 %	C = 67,15 %;	íd.	48,92 %
Capa n.º 6 bis	V = 34,66 %	C = 65,34 %;	íd.	53,04 %
Capa n.º 7	V = 30,18 %	C = 69,82 %;	íd.	43,22 %
Capa n.º 8	V = 33,12 %	C = 66,88 %;	íd.	49,52 %
Capa n.º 10	V = 46,43 %	C = 53,66 %;	íd.	86,35 %
Capa n.º 11	V = 35,28 %	C = 64,72 %;	íd.	54,51 %

## «ELENA»

Capa n.º 12	V = 32,57 %	C = 67,43 %;	íd.	48,30 %
Capa n.º 13	V = 31,66 %	C = 68,34 %;	íd.	46,32 %
Capa X	V = 31,51 %	C = 68,49 %;	íd.	46,00 %

La muestra n.º 1 de la mina «Informada» es una hulla semigrasa de llama larga. Ateniéndose, en este caso, como en los demás, para hallar sus similares, ya conocidos, a los cuadros publicados por Adaro en su libro «Los Carbones Nacionales y la Marina de Guerra», veremos que el carbón de la «Informada» es semejante al de la capa «Generala» (Villar) y al de las capas de «Soto», en Cangas de Onís (Asturias).

La muestra n.º 3 es también una hulla semigrasa de llama larga, similar al Flesú graso, de Mons (Bélgica).

La muestra n.º 4 es una hulla magra, similar a la de Melendreros.

La muestra n.º 5 es una hulla grasa, similar a la de Toral (Lena).

La muestra n.º 6 es una hulla magra, similar con la muestra n.º 4 a la de Melendreros, Aller.

La muestra n.º 7 es una hulla semigrasa de llama larga, similar, con la muestra n.º 3, al Flesú graso, de Mons.

La muestra n.º 8 es una hulla semigrasa de llama larga, similar a la de Sotón, San Martín del Rey Aurelio.

La muestra n.º 9 es una hulla semigrasa de llama corta, similar al carbón corriente de Sabero.

La muestra n.º 10, de la mina «Rosario», es una hulla semigrasa de llama corta, similar a la de Saint Etienne (Francia).

La muestra n.º 5 bis es una hulla semigrasa de llama corta, similar a la de Taza de Oro, en Turón.

La muestra n.º 7 bis es una hulla semigrasa de llama larga, similar a «La Justa», de Langreo, y al carbón de Commentry (Francia).

La muestra n.º 9 bis es una hulla semigrasa de llama corta, similar a la de Taza de Oro, en Turón.

La capa número 1 de Ventana, es una hulla grasa, si-

milar a las Boo, Aller, que es el mismo paquete de Melendros.

La muestra de la capa n.º 3, similar a Sotón, San Martín.

La muestra n.º 1, de Candemuela es una hulla seca lignitosa, similar a Cuadrilla, Lieres.

La muestra n.º 1, de Ventana es una hulla magra antracitosa, similar a Nembra, Aller.

La muestra n.º 3, de Pinos, es una hulla semigrasa de llama larga, similar a Sotondrio (San Martín).

La muestra n.º 3, de Candemuela, es una hulla grasa, similar a Toral (Lena).

La muestra n.º 4, de Candemuela, es una hulla grasa, similar a Old Pelton (Durhan).

La muestra n.º 5, de Candemuela, es una hulla grasa, similar a San Martín (Lena).

La muestra n.º 6, de Candemuela, es una hulla grasa, similar a Tras el Canto (Asturias).

La muestra n.º 6 bis, de Candemuela, es una hulla semigrasa de llama larga, similar a «Baltasara», de Mieres, y a «María Luisa», de San Martín del Rey Aurelio.

La muestra n.º 7, de Candemuela, es una hulla grasa, similar a San Pedro (Turón).

La muestra n.º 8, de Candemuela, es una hulla grasa, similar a Donaín.

La muestra n.º 10, de Candemuela, es una hulla seca y lignitosa, similar a Poyaná (Pumarabulo).

La muestra n.º 11, de Candemuela, es una hulla semigrasa de llama larga, similar a Canceo (Urbiés).

La muestra n.º 12, de Candemuela, es una hulla semigrasa de llama larga, similar a Mariana (Mieres).

La muestra n.º 13, de Candemuela, es una hulla grasa, similar a Mariana (Mieres).

La muestra X es una hulla grasa, similar a Rive de Gier.

Los carbones más semejantes en composición, en el distrito de León, son los de Sabero y Oeste de Sabero aun cuando la edad de éstos debe de ser estefaniense de facies límnic.

Los carbones de Hulleras de Sabero, tienen de 19 a 20 % de volátiles, y considerados secos y sin cenizas 22,7, con una característica en el carbón lavado de 33,3 %.

En cuanto a los carbones del Oeste de Sabero, puede considerarse que tienen la siguiente composición:

Humedad .....	10 a 15 %
Cenizas .....	25 a 30 %
Materias volátiles.....	16 a 18 %
Carbono .....	49 a 37 %

y sin humedad ni cenizas:

Volátiles .....	26 %
Carbono .....	74 %

característica: 35 %.

De todos estos casos se deduce que los carbones de San Emiliano deben tener sus similares más próximos en los carbones de la provincia de León y, aunque diferentes en edad, más especialmente en los de Sabero y Oeste de Sabero, si bien debemos admitir, en general, que son algo más grasos que éstos. Según lo cual, los carbones de San Emiliano podemos considerarlos como los más grasos de los hallados hasta ahora en la provincia de León.

Como nota especial, a continuación expresamos el análisis hecho por la Escuela de Minas de las pizarras que forman el muro de la capa de la mina «Rosario», de Truébano, y de una muestra de carbón de la misma:

## MUESTRA N.º 1. CARBON

Humedad .....	0,28 %
Materias volátiles .....	19,97 %
Cenizas .....	46,51 %
Carbono fijo (por diferencia) ..	33,24 %
TOTAL .....	100,00

Coloración de las cenizas.	Rosada
Coque .....	No aglomera
Calorías (mahlor).....	4456

## MUESTRA N.º 2. PIZARRA

Productos destilados hasta 100° C...	1,8 gr. % (aguas amoniacales).
Productos destilados a 140° C.....	1,9 gr. % (alquitranes).

### Cálculo de las reservas de carbón de la cuenca carbonífera de La Babia

No es cuestión fácil el obtener una cifra ajustada a la realidad al tratar de cubicar una cuenca donde no existen suficientes labores mineras que hagan conocer con la exactitud debida el número y características de las capas, las zonas anormales y pliegues de las mismas, y faltan muchos datos que sólo se logra conseguir en cuencas en que sus labores se hallen bastante avanzadas.

En este caso, en donde puede decirse que la cuenca se halla completamente virgen de estudios precisos desde el punto de vista tectónico, de reconocimiento y labores mineras, es mucho más difícil poder acertar en la cubicación, siquiera sea aproximadamente; tal intento se halla impedido todavía más en la cuenca de que nos ocupamos por ser su estructura tectónica sumamente complicada, con

pliegues y fallas, como ya hemos tenido ocasión de exponer en páginas anteriores.

No obstante, reuniendo los datos recogidos en las diversas calicatas y minas en explotación o que lo estuvieron anteriormente, y con todas las reservas debidas a una operación de esta índole, procedemos a lo que con aproximación, dados los reconocimientos hechos, puede admitirse; esta cifra ha de variar muy sensiblemente cuando la realidad ponga al descubierto los trabajos posteriores en la misma, lo que habrá de facilitar una cubicación más ajustada a lo que en verdad existe.

Los cálculos que ahora hacemos no varían en esencia respecto a los de 1943, si bien entonces admitíamos para la cuenca una forma de sinclinal más cerrado, que en 1945 hemos comprobado que debe modificarse. Las capas de carbón se suceden estratigráficamente, superponiéndose en orden sucesivo desde las más bajas del paquete de las calizas de Pinos-Truébano, hasta las más altas del paquete de las grauvacas o de Candemuela, que queda al descubierto, es decir, no cobijadas por el manto de corrimiento. Como se deduce del esquema del corte 10 suponemos que la otra rama del sinclinal queda por completo oculta debajo de este manto de terrenos antecarboníferos, lo que nos permite explicar el supuesto «apretamiento» de las capas en el Puerto Ventana, que antes se admitía.

Estimamos que en esta cuenca existen de 9 a 12 capas explotables de carbón. La potencia media total de las capas la consideramos de 9 a 10 metros; el recorrido total, siguiendo la curva que parte de Cospedal y se ciñe al valle de San Emiliano, hasta Puerto Ventana, eliminando la parte de Pinos, por sus trastornos, es de 13 kilómetros; a este recorrido se puede agregar el de cinco kilómetros del paquete de las calizas en Truébano.

Limitándonos a una profundidad de 150 metros, inferior desde luego a la que suponemos tiene el fondo de la cuenca, y con una cota media de 50 metros sobre el nivel de los valles, resulta una cubicación de 23.660.000 metros cúbicos para la zona de La Majúa, San Emiliano, Puerto Ventana; añadiendo 1.500.000 del paquete de Truébano, tenemos para toda la cuenca de La Babia hasta ahora reconocida, un total de 25.160.000 metros cúbicos, que representa un peso de 32.708.000 toneladas.

De esta cifra pudiera descontarse una tercera parte por la gran cantidad de fracturas y fallas que existen en la parte central de la cuenca, o sea entre Genestosa y el barrio de Arriba de Torrebarrio; pero en nuestros cálculos solamente hemos hecho uso de las potencias más bien mínimas de las capas; estimamos que la pérdida de cubicación por fallas y trastornos de todos tipos no es superior al veinticinco por ciento; hemos de tener en cuenta, no obstante, el margen que ya dejamos al adoptar las potencias mínimas, o sea que el tonelaje probable será de:

$$32.708.000 - 8.177.000 = 24.531.000$$

En números redondos, nuestros cálculos nos dan una cubicación de veinte a veinticinco millones de toneladas de carbón para la zona reconocida por nosotros en la cuenca de La Babia Baja.

En cuanto a las reservas que puede contener la zona inmediata al Puerto Ventana, al Norte de éste, no podemos decir más que el reconocimiento que de ella hemos hecho ha sido demasiado insuficiente para decidirnos a exponer una opinión concreta. Conforme a nuestro modo de ver actual, respecto a la estructura estratigráfica y tectónica de la región, suponemos que aquella zona

muestra identidad de caracteres con los que hemos indicado para La Babia Baja. Existen el tramo de las calizas y el de las grauvacas del carbonífero inferior y el manto de pudingas uralienses que recubre a ambos. Las calicatas visibles en la carretera que desciende de Puerto Ventana a Páramo están hechas en el carbonífero inferior, mientras que las del camino a Sierros Negros corresponden a la formación uraliense, que aquí tiene su pudinga de base. Pero como el manto uraliense recubre el substratum infracarbonífero, no se pueden seguir las capas de éste de modo tan claro como en la cuenca de San Emiliano, lo que impide todo cálculo empírico. Asimismo, las capas entre pudingas, que tampoco son fáciles de seguir, son, como hemos visto, de los niveles más bajos de la formación uraliense.

### Condiciones de explotación de la cuenca

La explotabilidad de los carbones de la cuenca de San Emiliano ofrece características muy variadas, por la diversidad de las condiciones de su yacimiento; existen zonas de fácil ataque, como ocurre en el tramo de las grauvacas, en el trayecto comprendido entre el río de Candemuela, desde la mina «Aurora» hasta Cospedal, pasando por La Majúa. Si se hiciera en esta zona un transversal general, iniciado a la orilla del río, frente a San Emiliano, con dirección NO., se cortarían todas las capas del tramo de las grauvacas, que hemos detallado en el «corte al Este de La Majúa».

Con otro transversal a orillas de la carretera, en la falda occidental del Monte Baltarón (Torrebarrio), hasta la caliza de Peña Ubiña, se prepararía un vasto campo sobre el



paquete de las calizas y parte del de las grauvacas; éste sería complementado con otro que se podría iniciar en el valle de La Topera, en las proximidades de la casa de Asunción Hidalgo, desde una galería sobre la capa bajo el banco calizo procedente del Peñón de Ventana, que continuara a través del tramo de areniscas y pudingas hasta las calizas de Colinas. Con esta labor se reconocería así la pudinga uralienense y las capas de carbón que contiene.

Otros pequeños campos pudieran prepararse fácilmente con labores «a morro» en la Campana del Rincón, sobre los diferentes afloramientos que allí existen. Asimismo, creemos que una zona de interés grande es la que se desarrolla desde el cerro de la Campana, en Genestosa, hasta la base del Puerto Ventana. Se encuentra allí una gran depresión, en parte rellena por aluviones, que indica haber existido una zona encharcada o acaso un lago, en época cuaternaria o reciente, cuyo desagüe se hacía a través de la barra de calizas cámbricas que desde Genestosa pasa a formar el citado cerro.

En la rama meridional, en la zona de Truébano, sería de interés hacer un transversal que cortara, además de la capa de la mina «Rosario», por el Sur, otras que es posible existan poco más allá de su techo, no lejos del contacto con la caliza cámbrica, fallada contra la cuenca carbonífera y por el Norte hasta llegar a las calizas namurienses y dinantienses del gran anticlinal de Puente Orugo.

La labor principal para el beneficio de la cuenca, en profundidad, creemos que ha de hacerse en la rama Norte, en donde aquélla se ensancha, y podría consistir en acometer un pozo en las proximidades de Torrebarrio, para cortar la mayor parte o todas las capas del paquete de las grauvacas. Desde luego, esta labor no es aconsejable sin que antes se hicieran algunos sondeos para determinar con

el mayor conocimiento de causa el emplazamiento y sus posibles resultados.

Resumiendo, estimamos que las labores de reconocimiento que deberían acometerse para la investigación de la cuenca serían: en la rama Sur, un transversal a la altura de la mina «Rosario», de Truébano. En la rama Norte, una galería sobre la capa más al Sur del paquete de las calizas, emboquillada en el río en las proximidades del pueblo de San Emiliano, acometiendo desde ella un transversal que fuera a cortar los dos paquetes, el de las calizas y el de las grauvacas; calculamos que este transversal debería tener unos 1.500 m. de longitud.

Un transversal en Baltarón (Torrebarrio), en las proximidades del molino, con dirección Este, tendría una longitud aproximada de 1.200 metros, y se cortaría así el paquete de las calizas y parte del de las grauvacas.

Una galería sobre la capa inmediata al crestón calizo procedente del Peñón de Ventana, iniciada en el arroyo de La Topera, y desde ella un transversal que llegara a cortar el manto de las pudingas hasta las calizas de Colinas, tendría una longitud de unos 1.000 metros. Este transversal prepararía, al mismo tiempo, un gran campo de explotación sobre varias capas, con una cota máxima de 300 metros hasta la altura de Bosbudín y una corrida de 1.000 metros. Sondeos en la vega de Torrebarrio, al Norte de la Campana (Genestosa) y en el fondo del valle, al pie del Puerto de Ventana. Ampliación de las labores de reconocimiento en las pertenencias al Norte del Puerto Ventana para facilitar una cubicación aproximada de las reservas de aquella zona.

### Comunicaciones

Existen en la actualidad la carretera general de León a Villablino, por Los Barrios, Puente Orugo, Piedrafita; las carreteras de Puente Orugo a Puerto Ventana, que atraviesan la cuenca de San Emiliano de Norte a Sur, y la de San Emiliano a Pinos; la de San Emiliano a La Majúa; la bifurcación de Genestosa. Estas carreteras, unidas a los buenos caminos para camión que existen de Candemuela y San Emiliano a Cospedal y de la carretera general a Truébano, completan una red de comunicaciones de la cuenca que facilitan el acceso a la misma. Esta red comunica con las carreteras de León, por el Puerto de Cillerón; de La Magdalena a Belmonte, por el Puerto de Somiedo, y con la de Ponferrada a La Espina, pasando por la estación, en Villablino, del ferrocarril a Ponferrada.

La carretera que ha de unir La Babia con Teverga llega actualmente hasta el Puerto de Ventana, por la vertiente de León; pero no ha de tardar mucho tiempo sin que se abra al tráfico el único trozo que falta, de Puerto Ventana a Páramo, según hemos comprobado en el verano del año 1945.

En cuanto a otras clases de comunicaciones probables, ya Revilla, en su libro «Riqueza minera en la provincia de León», editado en 1906, hace referencia a la cuenca de San Emiliano en su relación con la de Teverga, y a la conveniencia de comunicarla por un ferrocarril a Pravia o a la Concha de Artedo, con salida al mar, y con San Miguel de las Dueñas, por la cuenca del Sil, como sitio de aplicación

de sus carbones en las instalaciones de beneficio del hierro del coto «Wagner».

Estimamos indispensable la instalación de un ferrocarril, si se ha de acometer la explotación racional de esta cuenca, dándole salida a los carbones.

La solución más rápida sería el enlace con el ferrocarril de Ponferrada a Villablino, por el ramal de Villaseca, hasta cuyo punto el trazado del que cruzase la cuenca babiliana desde su fondo tendría una longitud de unos 25 kilómetros; sin embargo, esta solución tiene otros inconvenientes: el de que el ferrocarril de Ponferrada a Villablino se halla hoy saturado de transporte y al máximo de su capacidad y sin posibilidad de aumentarlo de no hacerlo de vía ancha y doble.

Otra solución, acaso más conveniente, sería el ferrocarril por el valle del Luna, desde la cuenca de San Emiliano a La Robla, pasando por La Magdalena, y que podría transportar, asimismo, los carbones de esta última cuenca; en total este ferrocarril tendría una longitud de unos 50 kilómetros.

Aunque de empresa mucho más costosa, por la enorme diferencia de niveles que había de salvar, la continuación de este ferrocarril a Teverga, por el Puerto de Ventana, daría la salida al mar de los carbones de la cuenca de San Emiliano.

## YACIMIENTOS FOSILIFEROS DE LA BABIA

Explicación de los yacimientos fosilíferos de La Babia, señalados en el mapa geológico según el orden de su hallazgo:

- E. 1.—Carbonífero. Puente de San Emiliano: braquiópodos, bivalvos indeterminables.
- E. 2.—Carbonífero. Peña de San Emiliano: *Spirifer mosquensis*.
- E. 3.—Carbonífero. Carretera entre San Emiliano y Candemuela, Km. 3,5: Foraminíferos diversos.  
*Favosites Haimeana*, de Koninck.  
*Spirifer mosquensis*, Fisch.  
*Spirifer glaber*, Mart.  
*Bellerophon Urii*, Flem.  
*Bellerophon navicula*, Sow.  
*Pleurotomaria*, sp.  
*Naticopsis Collombi*, C. Barr. (lám. XII).  
*Machrochilina*, sp.  
*Astarte*, sp.  
Bivalvos indeterminables.  
Diente de pez selacio *Psammodus*, sp.
- E. 4.—Carbonífero. Carretera cerca de Pinos.

Foraminíferos, sp.

*Spirifer*, sp.

*Bellerophon hiulcus*, Mart.

*Naticopsis nodosa*, Meek (lám. XII).

E. 4' (cerca de 4).—*Zaphrentis Phillipsi*, Miln. Edw.

E. 5.—Cámbrico medio. Hoya de los Billares (en varios puntos: detrás de la Curueza, pizarras sobre la cresta superior del mármol rojo).

*Paradoxides*, *Conocephalites*, *Agnostus*, *Microdiscus*, *Peronopsis*, *Hyalites*.

E. 6.—Carbonífero. Carretera entre San Emiliano y La Majúa, cerca del Km. 1.

*Fenestella*, sp.

Tallos de crinoideos.

*Spirifer*, sp.

*Bellerophon*, sp.

*Euomphalus*, sp.

*Murchisonia*, sp.

*Pleurotomaria*, sp.

E. 7.—Cámbrico medio. La Majúa, camino del valle, poco después de la última casa del pueblo.

*Conocephalites*, sp.

*Blackwelderia*, sp.

E. 8.—Carbonífero. Carretera entre San Emiliano y Candemuela, más cerca de San Emiliano que la E. 3.

*Rhynchonella*, sp.

*Spirifer*, sp.

*Orthonema*, sp.

*Phillipsia Derbyensis*, Mart. (lám. XII).

*Phillipsia*, sp.

E. 9.—Devónico superior. Encima del calero de F. Berciano y de la cantera, al comienzo de la carretera de Puente Orugo a San Emiliano.

*Goniatites (Cheiloceras?)*.

E. 10.—Devónico superior. Collado de Añaz, en el plano axial del anticlinal devónico, entre los Km. 0 y 1 de Puente Orugo a San Emiliano.

*Pachypora boloniensis*, Goss.

*Favosites*, sp.

E. 11.—Gotlandiense. La Majúa, camino del valle. Pizarras negras en el recodo del camino, al comienzo de la subida de la senda al Morro Negro.

*Monograptus priodon*, Bronn.

*Monograptus communis*, Barr.

E. 12.—Cámbrico medio. Collado de la Michadoira, en la divisoria entre el barranco que baja a Genestosa y el valle de La Majúa (1.770 m. de altitud).

*Paradoxides Pradoanus*, Barr. (lám. XI).

*Paradoxides rotundatus?*, Barr. (lám. XI).

*Conocephalites (Solenopleura) Ribeiroi*, Barrois.

E. 13.—Devónico (fuera del mapa). Puerto del Palo, en el camino entre Pinos y Tuiza, Km. 27,1 de la carretera de Tuiza.

*Stromatopora concentrica*, Gold.

*Stromatopora verrucosa*, Gold.

*Favosites Goldfusi*, Edw. H.

*Michelinia geometrica*, Edw. H.

*Heliotites porosa*.

*Fenestella*, sp.

Tallos de crinoideos.

*Orthis*, sp.

*Stropheodonta*, sp.

*Streptorynchus umbraculum*, Schl.

*Spirifer Pellicoi*, Vern.

*Spirifer Trigeri*, Vern.



- E. 14.—Carbonífero. La Majúa, cantera cerca de las últimas casas del pueblo, camino de Cospedal.  
Tallos de crinoideos, corales.
- E. 15.—Cámbrico medio. Cospedal.  
*Paradoxides spinosus*, Barr. (lám. XI).  
*Ellipsocephalus* ? (lám. XI).
- E. 16.—Cámbrico medio. Truébano.  
*Conocephalites*, sp.  
*Hyalites*, sp.
- E. 16'.—Cámbrico medio. Rabanal.  
Restos indeterminables de trilobites.
- E. 17.—Gotlandiense. Torre. Ladera izquierda del valle, a medio kilómetro aguas arriba del pueblo.  
*Monograptus communis*, Barr.
- E. 18.—Cámbrico medio. Genestosa. Encima de la cantera de mármol blanco y rojo, en la ladera, detrás del pueblo.  
*Ptichoparia truncata*, H. Samp.  
*Ptichoparia Azpeitiai*, H. Samp.  
*Ptichoparia Richteri*, H. Samp.  
*Conocoryphe Ribeiroi*, Vern.-Barr.  
*Paradoxides Pradoanus*, Barr.  
*Agnostus* cf. *troiformis*, Kob.  
*Agnostus* aff. *rakuroensis*, Kob.  
*Agnostus pisiformis*, L. (lám. XI).  
*Pseudoagnostus Douvillei*, Berg.  
*Microdiscus Parkeri*, Walc.  
*Olenellus (Mesonacis)*.  
*Blackwelderia* ?.  
*Hyalites*, sp.
- E. 19.—Carbonífero. Genestosa. Cerro al Norte de La Campana.  
*Spirifer*, sp.

- Esponjas, corales, tallos de crinoideos.
- E. 20.—Carbonífero. Torrebarrio. Carretera al Puerto Ventana, cerca del Km. 7.  
*Spirifer*, sp.  
*Bellerophon*, sp.  
*Murchisonia*, sp.  
*Pleurotomaria*, sp.  
*Naticopsis*, sp.  
*Loxonema*, sp.
- E. 21.—Gotlandiense.—Carretera a Puerto Ventana, poco antes del puente de Los Llamuergos.  
*Monograptus sedgwicki*, Barr.  
*Monograptus lobiferus*, Barr.  
*Monograptus convolutus*, Barr.
- E. 22.—Cámbrico medio. Carretera cerca del Puerto Ventana.  
*Hyalites*, sp.
- E. 23.—Carbonífero. Puerto Ventana.  
*Spirifer mosquensis* (lám. XII).  
*Bellerophon*, sp.  
*Productus*, sp.
- E. 24.—Devónico. Camino entre Puerto Ventana y Páramo (Teverga, Asturias, fuera del mapa).  
Microfauna por estudiar.  
*Tentaculites*, sp.
- E. 25.—Cámbrico medio (fuera del mapa). Villanueva de Teverga (Asturias).  
*Paradoxides Pradoanus*, Barr.  
*Agnostus cambrensis*, Barr. (lám. XI).  
*Conocephalites (Solenopleura) Ribeiroi*, Barr. (lám. XI).
- E. 26.—Carbonífero (fuera del mapa). La Plaza. Teverga, Asturias.

*Spirifer*, sp.

*Athyris*, sp.

*Posidonomya*, sp.

*Naticopsis*, sp.

*Pleurotomaria*, sp.

*Anthracosia*, sp.

*Phillipsia globiceps*, Phill. (lám. XII).

E. 27.—Carbonífero. Primeras casas de Villargusán.

*Spirifer lineatus*, Mart.

E. 28.—Cámbrico medio. Riolago.

Restos indeterminables de trilobites.

*Hyolites*, sp.

E. 29.—Carbonífero superior. Carrasconte (fuera del mapa).

Flora abundante del estefaniense.

E. 30.—Devónico medio. Lumajo (fuera del mapa).

Braquiópodos, coralarios.

E. 31.—Cámbrico medio. Huergas.

*Conocephalites*, sp.

*Blackwelderia*, sp.

## RESUMEN

Objeto del presente trabajo es la aportación de distintos datos geológicos y paleontológicos para el estudio geológico detallado de la cuenca carbonífera de La Babia Baja y de su prolongación hacia el Norte.

Los reconocimientos geológicos hechos en las provincias de Asturias y León no han llegado a penetrar más que ocasionalmente en esta región, acaso la más interesante del Norte de la Península en cuanto al estudio de la orogénesis astúrica. En efecto, en ella se hace el brusco codo por el que las elevadas cordilleras de apretados paquetes de terrenos paleozoicos, que llevan un rumbo E.-O. desde Palencia, tuercen bruscamente, para formar los típicos arcos montañosos de convexidad dirigida hacia el Oeste y que terminan por hundirse bajo el mar hacia el Nordeste.

Gracias al hallazgo de buenos ejemplares de trilobites en numerosos yacimientos, en terrenos cámbricos que hasta ahora se suponían devónicos, se ha podido ver que esta repentina vuelta de las cordilleras paleozoicas va acompañada de un salto de los terrenos antecarboníferos sobre los carboníferos, con formación de un manto de corrimiento.

Tectónicamente se distinguen en La Babia Baja: el anticlinal de Puente Orugo, de núcleo devónico, que sopor-

ta la formación carbonífera y tiene su eje orientado de Este a Oeste; la masa de caliza de montaña de las Peñas Ubiñas-La Becerrera, de rumbo N.-S.; el manto alóctono, de recubrimiento o cobijadura anormal, que rodea la cuenca carbonífera por el Sur y el Oeste; la lengua de pudinga uraliense de Bosbudín, procedente de la gran masa de este terreno que se desarrolla al otro lado del Puerto Ventana.

Se describen brevemente los terrenos cámbrico, silúrico y devónico; en distintos tramos de cada una de estas formaciones hay fósiles característicos de ellos.

Las capas de paso del devónico al carbonífero varían en su constitución según las zonas donde se estudien. En general, parece haber concordancia tectónica aparente, pero con lagunas estratigráficas. El mármol grioto (o guinda) es unas veces devoniano, otras carbonífero. Más bien se trata de una facies, que se encuentra desde los niveles inferiores del devónico, como ocurre en Fuencaiente (Puente Orugo), hasta los más bajos del carbonífero. En la Peña Ubiña el mármol grioto aparece concordante con la caliza de montaña; en esta zona su edad es la viseense (dinantiense superior).

La caliza de montaña, que adquiere un potente desarrollo, forma la masa principal de las Peñas Ubiñas y La Becerrera; su edad es la namuriense.

En la base de la Peña Ubiña grande y de La Becerrera existe el «paquete de La Becerrera». Está formado por grauvacas y pizarras con algunos carboneros. Su facies parece ser la del culm, pero su edad debe de estar comprendida entre la namuriense y la westfaliense.

El carbonífero inferior productivo. Llamamos así al que forma el resto de la cuenca, salvo la lengua de pudinga uraliense de Torrebarrio; a su nivel en otras regiones (Asturias) se le conoce con el nombre de «pobre», por com-

paración con los tramos «ricos» que le siguen estratigráficamente. En este carbonífero inferior hemos distinguido, de abajo arriba, el «tramo de las calizas» y el «tramo de las grauvacas», de más potencia el segundo que el primero. La edad de ambos es la namuro-westfaliense.

El carbonífero superior está sólo representado por las pudingas y grauvacas, con varias capas de carbón, que forman el extremo de un potente manto, transgresivo y discordante sobre el resto de la cuenca, que termina encima de Torrebarrio y se desarrolla con gran potencia hacia el Norte (Sierros Negros, Peña Parada). Su edad probable es la uraliense.

En el namuriense y westfaliense existen buenos yacimientos de fósiles animales, que permiten datar con precisión su edad. Escasean, en cambio, los vegetales clásicos; sólo se encuentran *Calamites* («panas» en el país), no fáciles de determinar. En su lugar aparecen, hasta ahora en un solo punto de la cuenca, en el carbón de la mina «Rosario», de Truébano, las «tacañas» y «metales», nódulos de dolomía piritizada y de pirita, respectivamente; algunas tacañas de la mina «Rosario» contienen admirablemente conservadas las estructuras vegetales de los calamites, y su comparación con otras similares de diversas cuencas europeas confirman también la edad namuro-westfaliense de la formación carbonífera de La Babia Baja.

En el carbonífero superior, en el estefaniense, por el contrario, abundan las impresiones de las frondes de las pteridofitas, pero faltan representantes de su fauna.

La tectónica de La Babia Baja está impuesta por el plegamiento astúrico y renovada por el sávico con gran intensidad. La gonfolita de Torrebarrio nos hace suponer la existencia de la fase sudética, no acusada de otro modo. Las orogénesis anteriores (caledonianas) no se reconocen

aquí, como en cambio ocurre en otros puntos fuera de la cuenca. En la orogénesis astúrica, los empujes tangenciales procedentes de distintos rumbos, comprendidos entre el Norte y el Sur, por el lado del Este, formaron las llamadas cordilleras hercinianas, que en esta parte llevan una dirección E.-O. hasta La Babia Baja, en donde tras un violento cambio de rumbo dan origen a arcos montañosos de concavidad orientada hacia el Este. Más tarde, la intensidad del plegamiento pirenaico, en su fase sálica, ha sido tan grande que el borde antecarbonífero de la cuenca ha saltado sobre ésta, formando un manto de corrimiento. La anomalía tectónica creada por este salto la hemos reconocido desde Lán cara, hacia Rabanal, desde donde se continúa ininterrumpida por todo el Oeste de la cuenca de La Babia, hasta Villanueva de Teverga; es posible que más al Norte se pueda reconocer por lo menos hasta Tameza y, acaso, hasta la orilla del mar, en la costa de Asturias.

El macizo calizo de las Peñas Ubiñas ha actuado en sentido E.-O., empujando y cobijando la formación carbonífera y formando los repliegues del codo de Pinos, en el tramo de las calizas namuro-westfalienses.

Después del primer paroxismo orogénico intenso del plegamiento astúrico, la cuenca de La Babia quedó sometida a la acción demoledora de la erosión subaérea; de nuevo, en la época del estefaniense, fué invadida en su extremo Norte por el mar, que dejó un grueso manto de pudingas y grauvacas con algunas capas de carbón. Como en nuestra zona faltan todas las formaciones geológicas posteriores a la pudinga supuesta uralense, no podemos reconocer el mecanismo de los movimientos orogénicos sucesivos hasta las fases terciarias que, en cambio, se acusan bien fuera de la cuenca, en el borde de la cordillera

paleozoica, y sobre todo más hacia el Este, entre La Robla y Villaverde de Tariloute (Palencia).

Desde su emersión, La Babia está sometida a la acción destructora de los agentes geológicos externos, que han cortado e invertido el relieve, con la típica formación de valles anticlinales y cumbres sinclinales, y con las rasas y penillanuras distinguibles en la cuenca del Luna.

Sigue un capítulo dedicado a la historia de los reconocimientos mineros. Se estudian luego las capas de carbón, detallando alguna serie de calicatas hechas en distintos puntos.

El análisis de los carbones demuestra que existen los tres tipos principales de hulla: grasa, semigrasa y seca, con predominio de las semigrasas. Algunos análisis hacen ver que las hullas más grasas halladas hasta ahora en la provincia de León se encuentran en La Babia Baja.

El cálculo de las reservas de carbón de la cuenca se ha hecho sobre una base poco definida; no obstante se supone que en La Babia Baja existe una cantidad de carbón que oscila entre 24 y 25 millones de toneladas.

Las condiciones de explotabilidad de la cuenca varían según los distintos puntos; en general, el tramo de las grauvacas ofrece facilidad de explotación. Se señalan las labores de reconocimiento previo que convendría hacer para poder formarse una idea concreta de las reservas disponibles de carbón.

Por último, se hacen algunas consideraciones generales sobre las vías de servicio de la cuenca.

En la bibliografía sólo figuran las obras que más directamente interesan a La Babia Baja.



## BIBLIOGRAFIA

1. ABELLA (E.): «Datos topográfico-geológicos del concejo de Teverga». — Bol. Com. Mapa Geol., t. IV, 1.<sup>a</sup> ser. 1877.
2. ADARO (L.): «Los Carbones Nacionales y la Marina de Guerra». Madrid, 1911.
3. — «Bosquejo estratigráfico (corte horizontal) de la zona ferrifera central de Asturias». — 1914.
4. — «Cuenca carbonifera de Asturias». — Bol. Inst. Geol., t. XXXIV. 1914.
5. ADARO (L.) y JUNQUERA (G.): «Criaderos de hierro de Asturias». — Madrid, 1916.
6. ADARO (L.): «Atlas del estudio estratigráfico de la cuenca central de Asturias». — Madrid, 1926.
7. BARROIS (Ch.): «Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice». — Lille, 1882.
8. COMTE (P.): «Diversos trabajos publicados en los Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de Paris». — Años 1929 a 1939.
9. CUETO (E.): «Orografía y Geología tectónica del país cántabro-astúrico». — Bol. Inst. Geol. Esp., t. XLVII. Madrid, 1926.
10. — «Nota acerca de la posición de los Pirineos en el sistema alpino». — An. Asoc. Esp. Prog. Cien. 1943.
11. DELÉPINE (M. G.): «Sur les faunes marines du carbonifère des Asturies (Espagne)». — Comp. Rend. Acad. Sciences de Paris. 1928.
12. FÁBREGA (P.): «Geología». — 1920.
13. GÓMEZ DE LLARENA (J.): «Conferencias en Wüzburgo (Alemania) en marzo de 1942». Los datos sobre la captura del Luna por el Sil se refieren a las observaciones hechas en los años 1931 y 1934.
14. — «Nuevos yacimientos cámbricos en La Babia Baja (León) y Teverga (Asturias)». — Bol. Real Soc. Esp. Hist. Natural. 1946.

15. GÓMEZ DE LLARENA (J.) y RODRÍGUEZ ARANGO (C.): «Las tacañas fosilíferas (coal balls) de la mina Rosario, de Truébano (León)». —Notas y Com. Inst. Geol. y Min. Esp. Madrid, 1947.
16. HERNÁNDEZ SAMPELAYO (P.): «Nueva fauna cambriana en Puerto Ventana». —Notas y Com. Inst. Geol. y Min. Esp. 1943.
17. — «Datos para el estudio de las hojas del Mapa Geológico I: 50.000 (Gijón, 14; Oviedo, 29)». —Inst. Geol. y Min. Esp. Madrid, 1944.
18. LÓPEZ AGÓS (S.): «Síntesis paleontológica del carbonífero español». —Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. 1921.
19. MALLADA (L.): «Explicación del Mapa Geológico de España». —T. III. Edición 1927.
20. MONREAL (L. N.): «Datos geológicos acerca de la provincia de León, recogidos durante las campañas de 1877 a 1879». Bol. Com. Mapa Geol. Esp., T. V, VI, VII.
21. PATAC (I.): «La formación uralense asturiana». —Gijón, 1920.
22. — «Ligeras ideas acerca de la tectónica del antracólitico de Asturias y León». —1<sup>er</sup>. Con. de Ing. de Minas del NO. de Esp. Madrid, 1932.
23. — «Relaciones estratigráficas entre varias cuencas hulle-  
ras de Europa». —Bol. Inst. Geol. y Min. Esp. 1934.
24. RENIER (A.): «Sur l'existence de coal balls dans le bassin houiller des Asturies». —Comptes Rendus de l'Academie des Sciences. Paris, 1926.
25. REVILLA (J.): «Riqueza minera de la provincia de León». —1906.
26. RODRÍGUEZ ARANGO (C.) y GÓMEZ DE LLARENA (J.): «Estudio de la cuenca carbonífera de San Emiliano» (informe manuscrito presentado al Instituto Luis Adaro, de Madrid). — 1943.
27. RUIZ FALCÓ (M.) y MADARIAGA (R.): «Aportación al estudio de los terrenos carbonífero y permiano en España». —Bol. Inst. Geológico. 1941.
28. SCHULZ (G.): «Descripción geológica de la provincia de Oviedo». Año 1858.
29. STICKEL (R.): «Observaciones de morfología glaciaria en el NO. de España». — Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat., pág. 297 y siguientes, láms. XX y XXIV. 1929.
30. TWENHOFEL (W. H.): «Treatise of Sedimentation». —Figura 103. London, 1932.
31. URRUTIA (R.): «Un sondeo en el carbonífero de León». —Bol. Inst. Geol. Min. Esp., t. XLIII, 3.<sup>a</sup> serie. Madrid, 1922.
32. VIDAL (C.): «Notas previas a un estudio morfológico y geológico de la alta cuenca del río Sil». —Madrid, 1943.



1

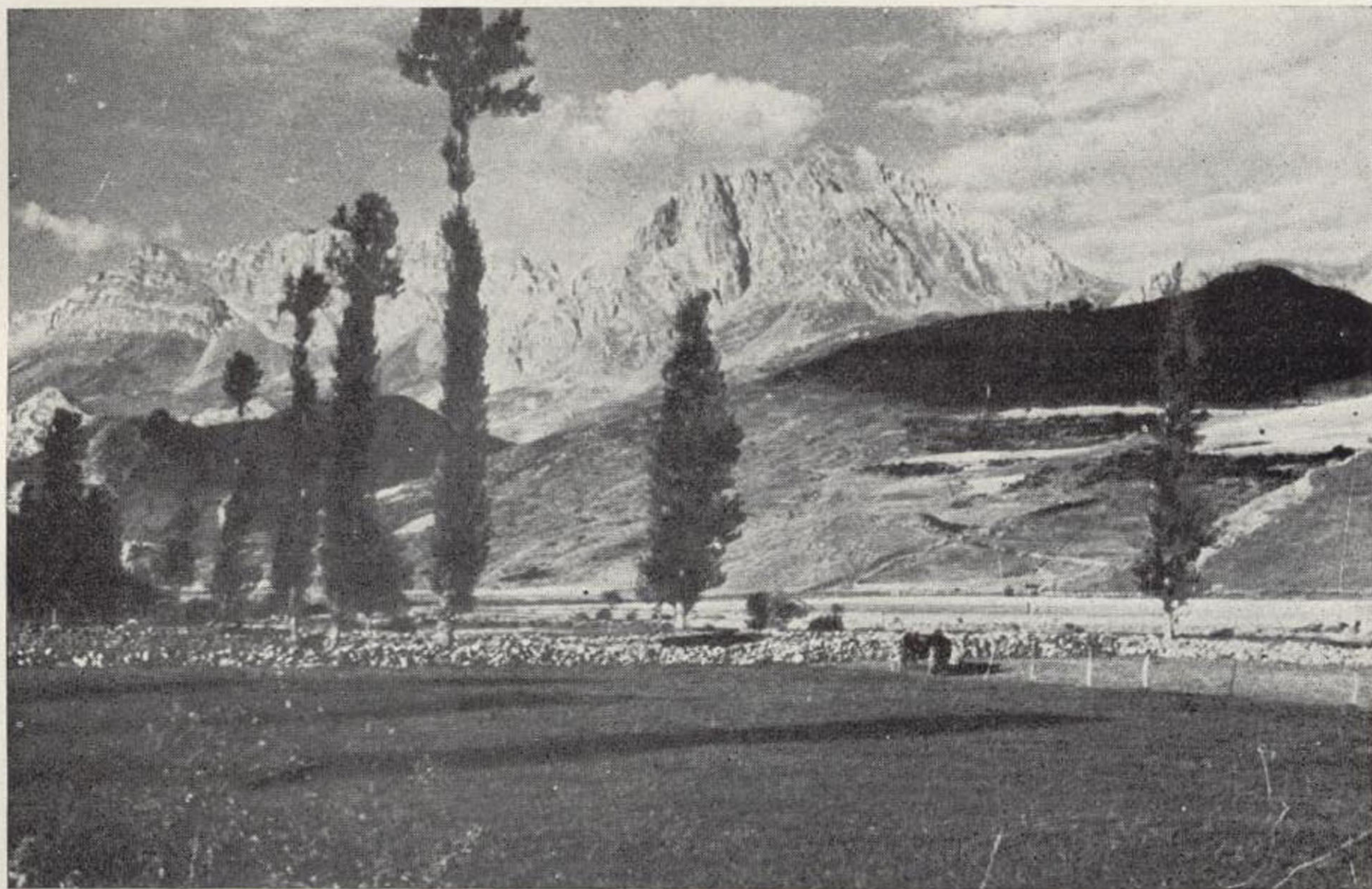
2

5

Panorama de La Babia Baja, desde La Peña de los Avellanales, encima de Truébano.

1 - Villasecino, 1158 m. 2 - Puente Orugo, entrada de la carretera a Puerto Ventana, 1150 m. 3 - Puerto Ventana, 1540 m. 4 - Peña Ubiña Grande, 2417 m. 5 - Villafeliz, 1171 m.  
A la izquierda y a la derecha del panorama se reconoce el grandioso anticlinal devónico, esquemáticamente representado en los cortes 2 y 3.



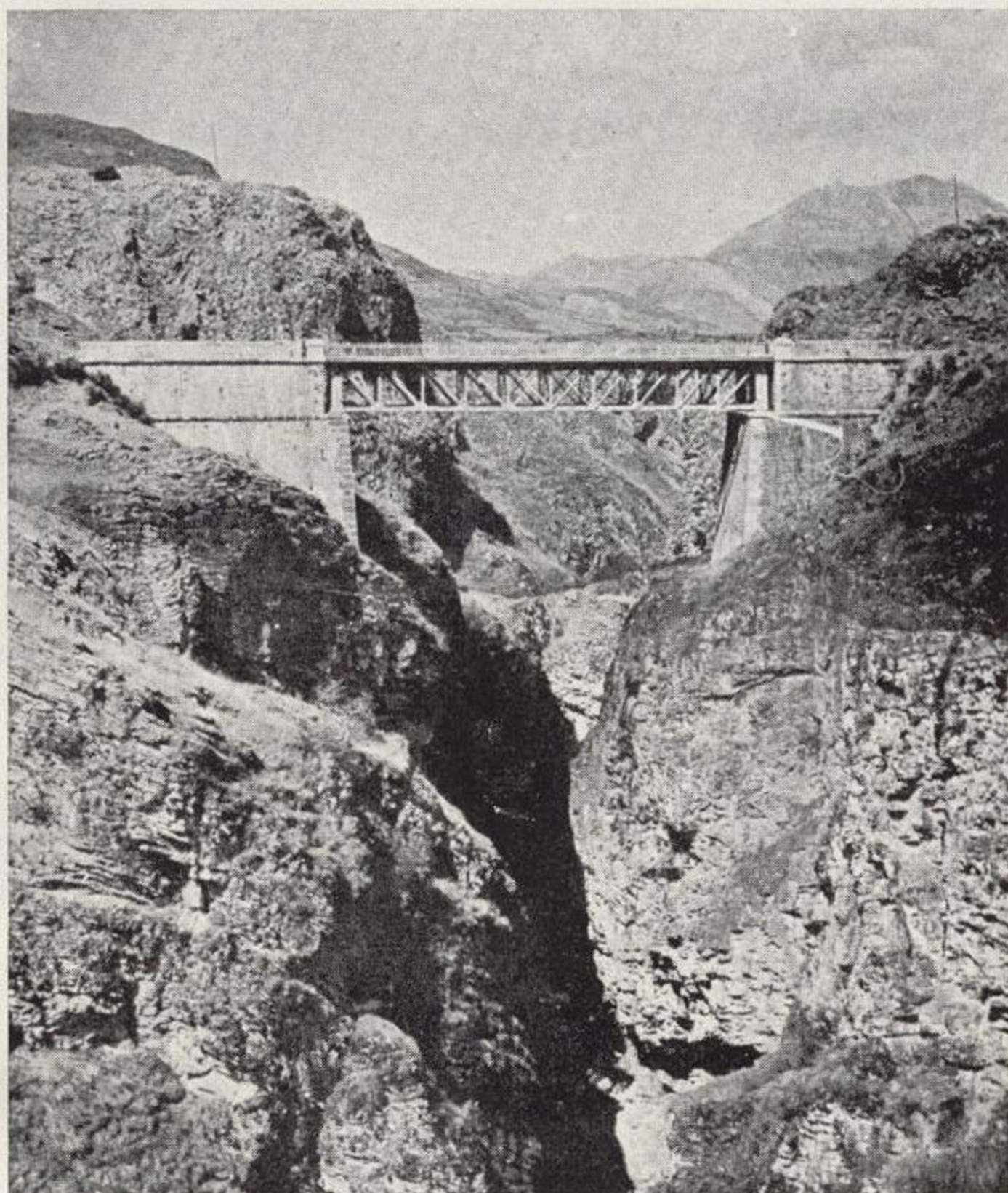


La Peña Ubiña (2.417 m.) desde cerca de Candemuela (1.192 m.). Septiembre de 1943.



Valle del Luna cerca de Puente Orugo.





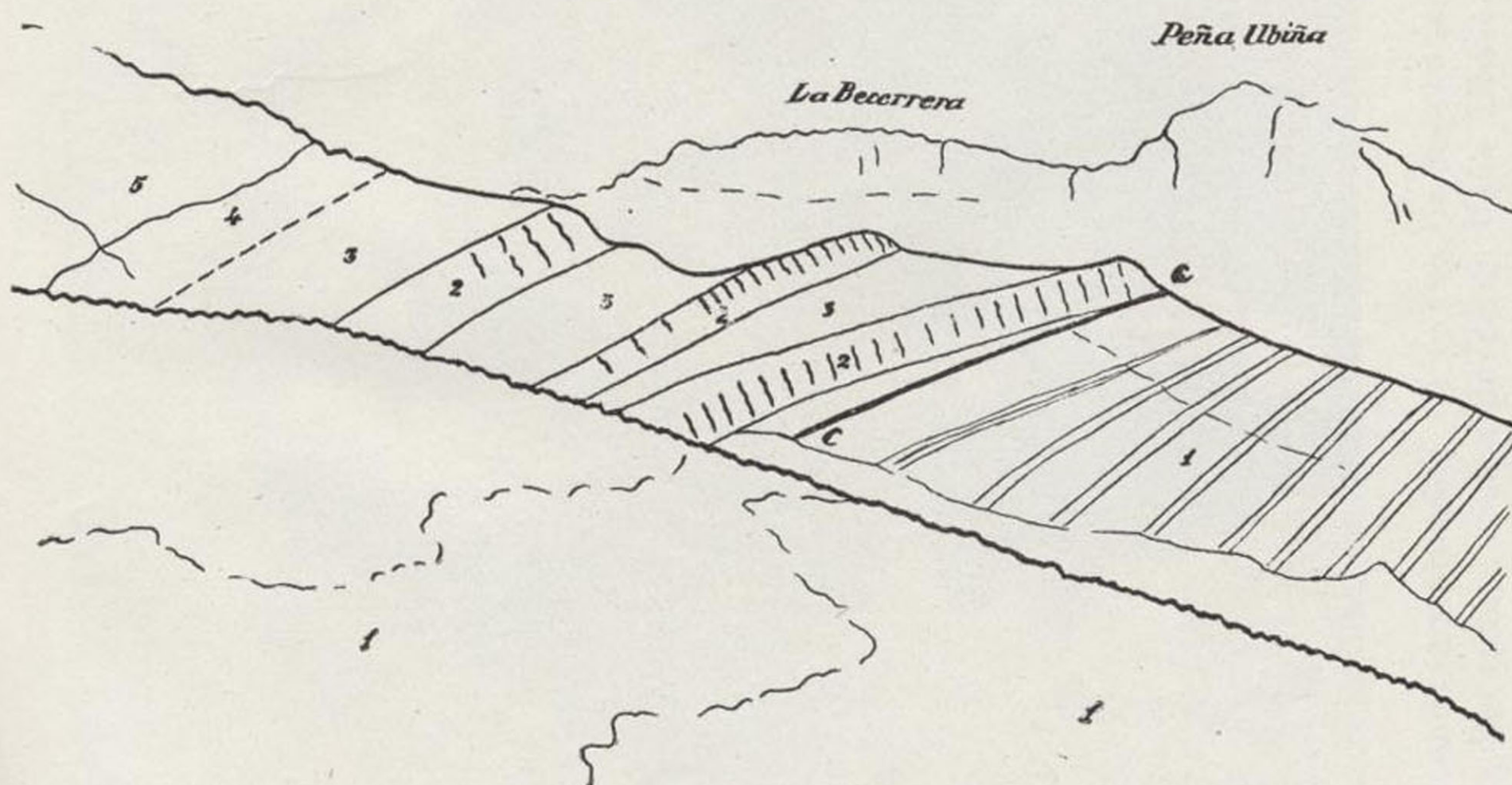
El puente de las Palomas (Piedrafita). Vista de la mitad superior del tajo labrado en las calizas mesodevónicas por el Sil, después de la captura del Luna. Altitud del puente, 1.245 m.; altura del tajo hasta el fondo, 60 metros.







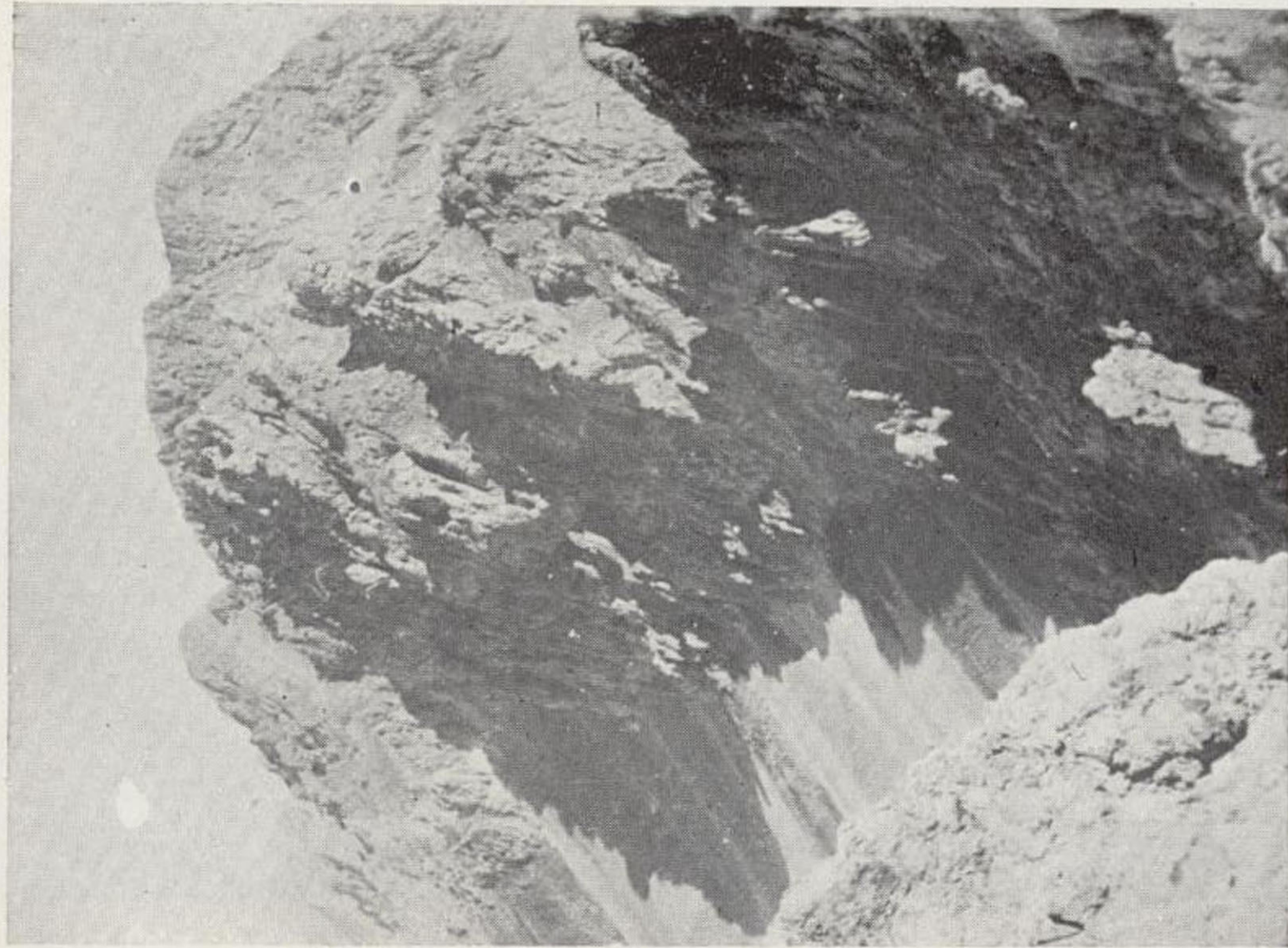
Borde del manto de corrimiento en La Majúa, visto desde el camino a Cospedal.



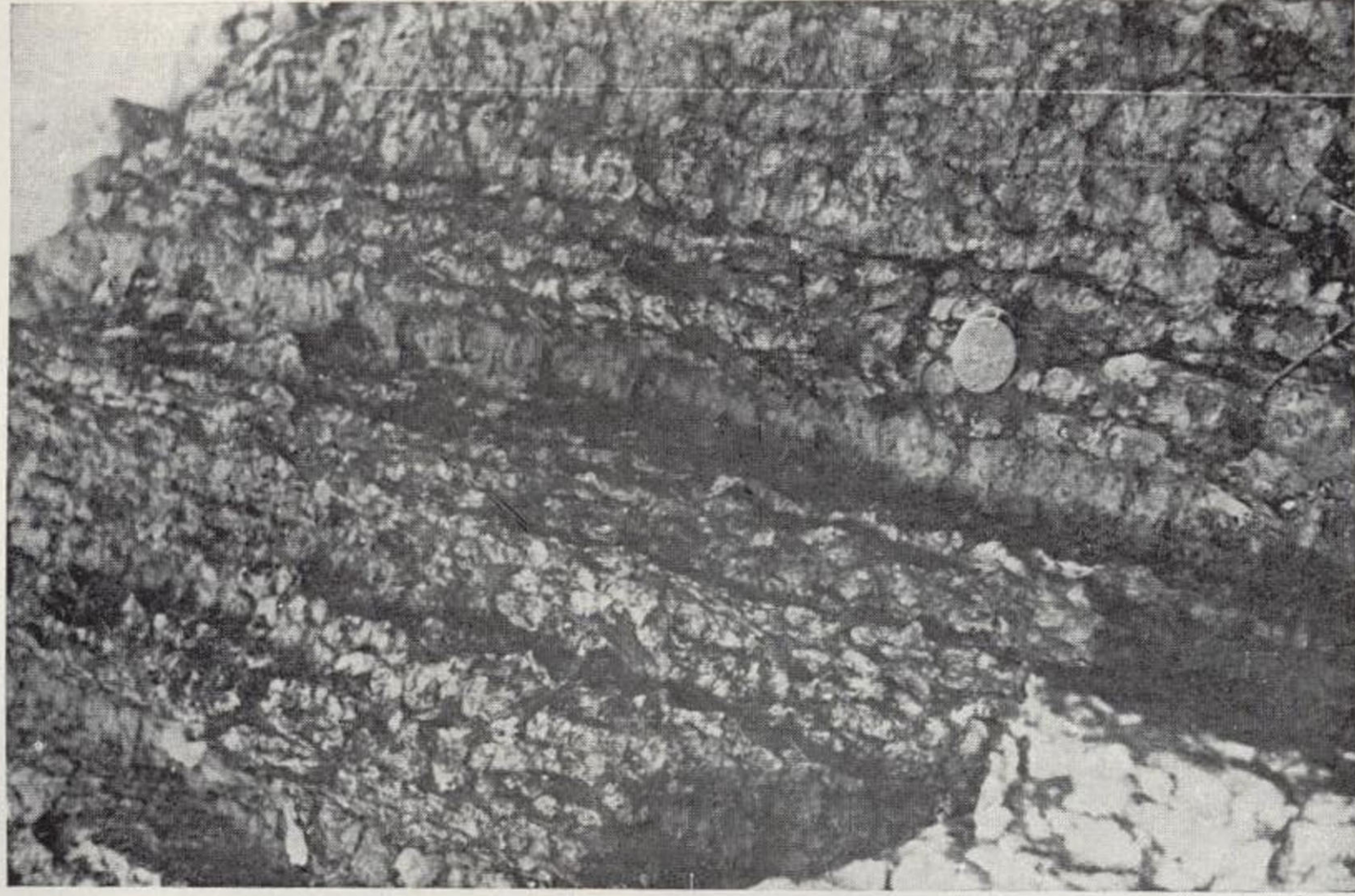
Al fondo la cresta de Peña Ubiña - La Becerrera, de caliza de montaña (namiense).

1. Carbonífero.—c-c. Borde del corrimiento del manto alóctono formado por
2. Caliza cámbrica (acadiense)?—3. Pizarras verdes de *Paradoxides* (acadiense).
4. Pizarras silíceas moteadas (postdamiense)?—5. Cuarcitas blancas ordovicenses.





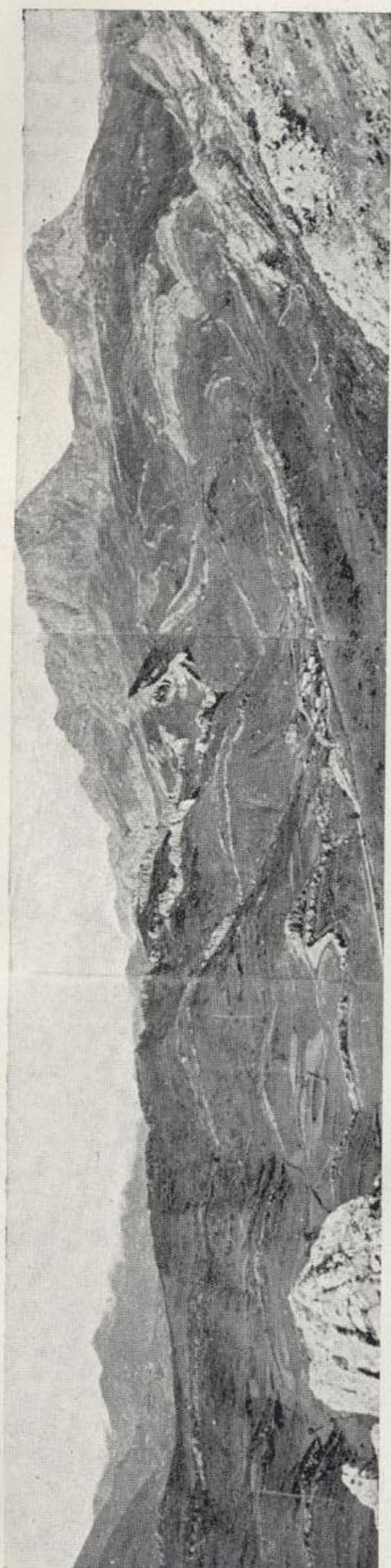
Paredones acantilados de caliza de montaña de La Becerrera, vistos desde la Peña Ubiña.



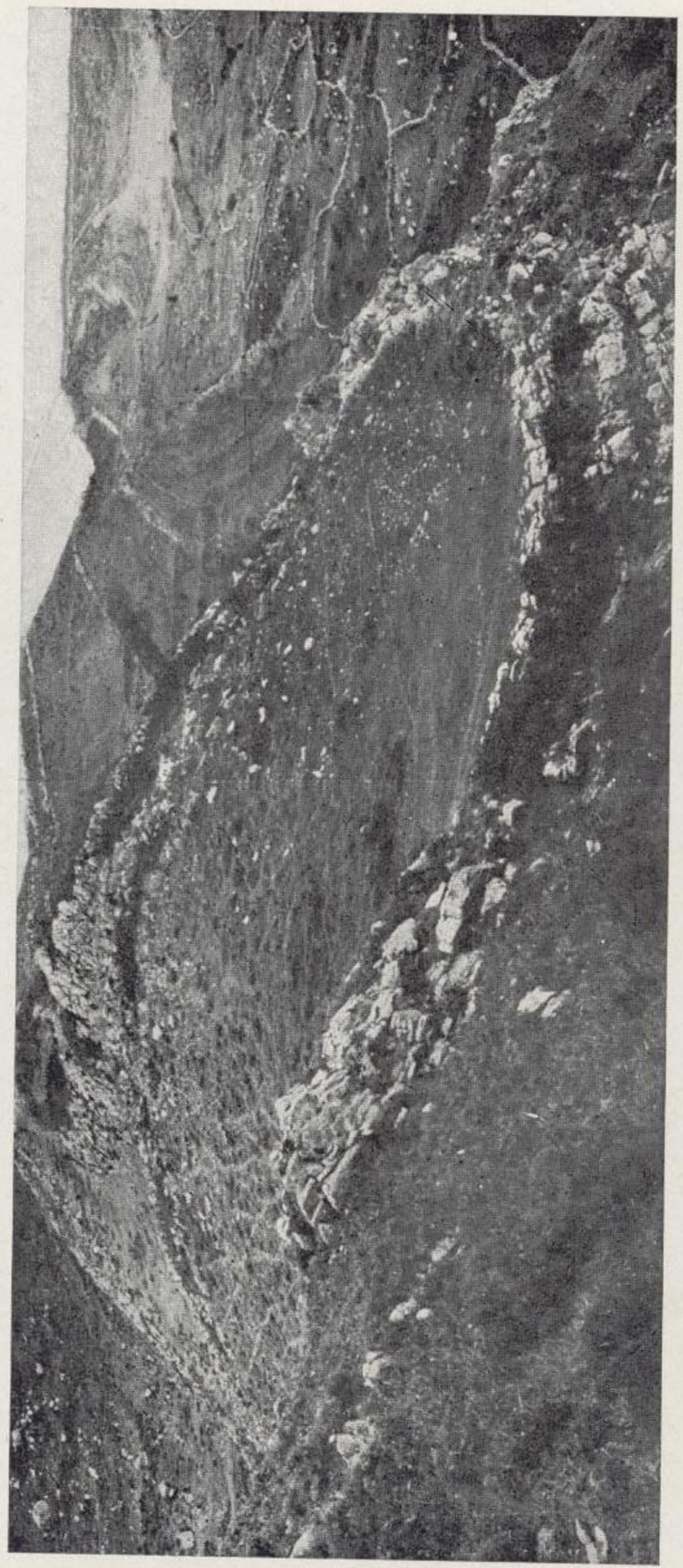
Mármol rojo cámbrico de facies *brechoide*. Los nodulos de caliza son corroídos por la acción química de la atmósfera, en tanto que el cemento silíceo, más resistente, queda formando agudas aristas. Genestosa.







Panorama del Laberinto, desde el cerro del Castro (San Emiliano). Las aristas calizas acusan bien los repliegues que han sufrido al ser empujadas por la masa caliza de las Peñas Ubiñas. En el fondo del valle, el pueblo de Pinos.



Pliegue tumbado del paquete del Laberinto que forma una S echada; bajo los crestones del primer término se han reconocido capas de carbón.





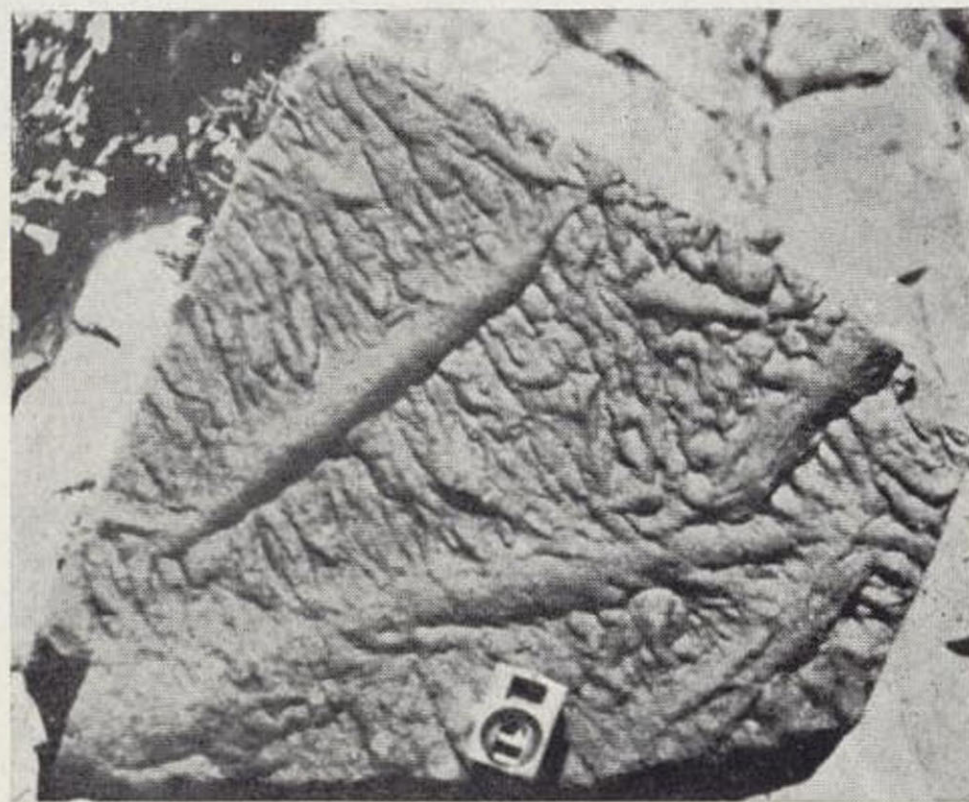


Otra vista del pliegue del Laberinto





Rizaduras de oleaje (ripplemarks) en la cara superior de las pizarras westfalienses. Carretera entre San Emiliano y Candemuela.



Escorriduras, contramolde de los regueros formados en la playa por el agua, conservados en la cara inferior de una grauvasa. Paquete de La Becerrera (Torrebarrio).







Mina del «carbón quemado». La capa de carbón está sustituida por una pizarra caliza carbonosa que muestra fuertes repliegues.







En el centro, cerro de La Muesa (Torrebarrio). Se destacan los crestones de gonfolita y de caliza volcados como muestra el esquema del corte 6.



La Crespa, al Norte de Cabrillanes. Sinclinal divisorio del manto alóctono cambro-siluro-devónico.







*Paradoxides Pradoanus* Barr.  
Alto 83 mm.  
Collado de la Michadoira. La Majúa. E 12



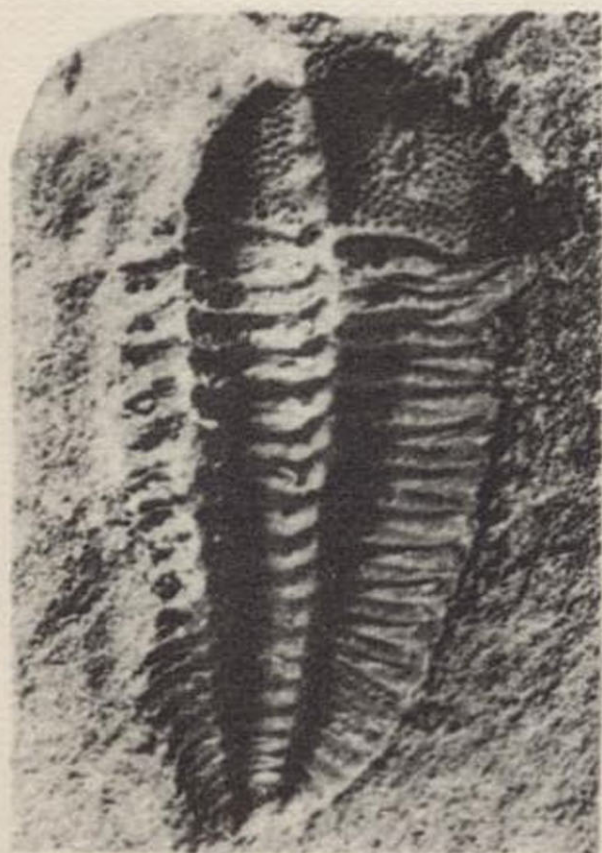
*Paradoxides rotundatus?* Barr.  
Collado de la Michadoira. La Majúa. E 12



*Paradoxides spinosus* Boeck  
Extremo inferior del abdomen y pigidio  
Ancho de la parte fotografiada 20 mm.  
Cospedal. E 15



*Ellipsocephalus* sp.  
Alto del ejemplar fotografiado 21 mm  
Cospedal. E 15



*Conocephalites*  
(*Conocoryphe*, *Solenopleura*)  
*Ribeiroi* Barr.  
Alto 21 mm



*Agnostus pisiformis* Z  
Ancho 4 mm.  
Genestosa. E 18



*Agnostus cambrensis* Brong.  
Alto 11 mm.  
Villanueva de Teverga





*Spirifer glaber* Mart.

Ancho 23 mm.  
San Emiliano. E 8



*Spirifer mosquensis* Fisch.

Ancho 31 mm.  
San Emiliano. E 23



*Spirifer mosquensis* Fisch.

Ancho 29 mm.  
San Emiliano. E 2



*Naticopsis Collombi* Barr.

Alto 33 mm.  
San Emiliano. E 3



*Naticopsis nodosa* Meck., Worth.

Ancho 21 mm.  
San Emiliano. E 4



*Phillipsia globiceps*

Alto de la parte fotografiada 17 mm.  
Teverga.



*Phillipsia Derbyensis* Mart.

Ancho 10 mm.  
San Emiliano. E 8



*Phillipsia Derbyensis* Mart.



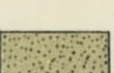
Alto de la parte fotografiada 11 mm.  
San Emiliano. E 8

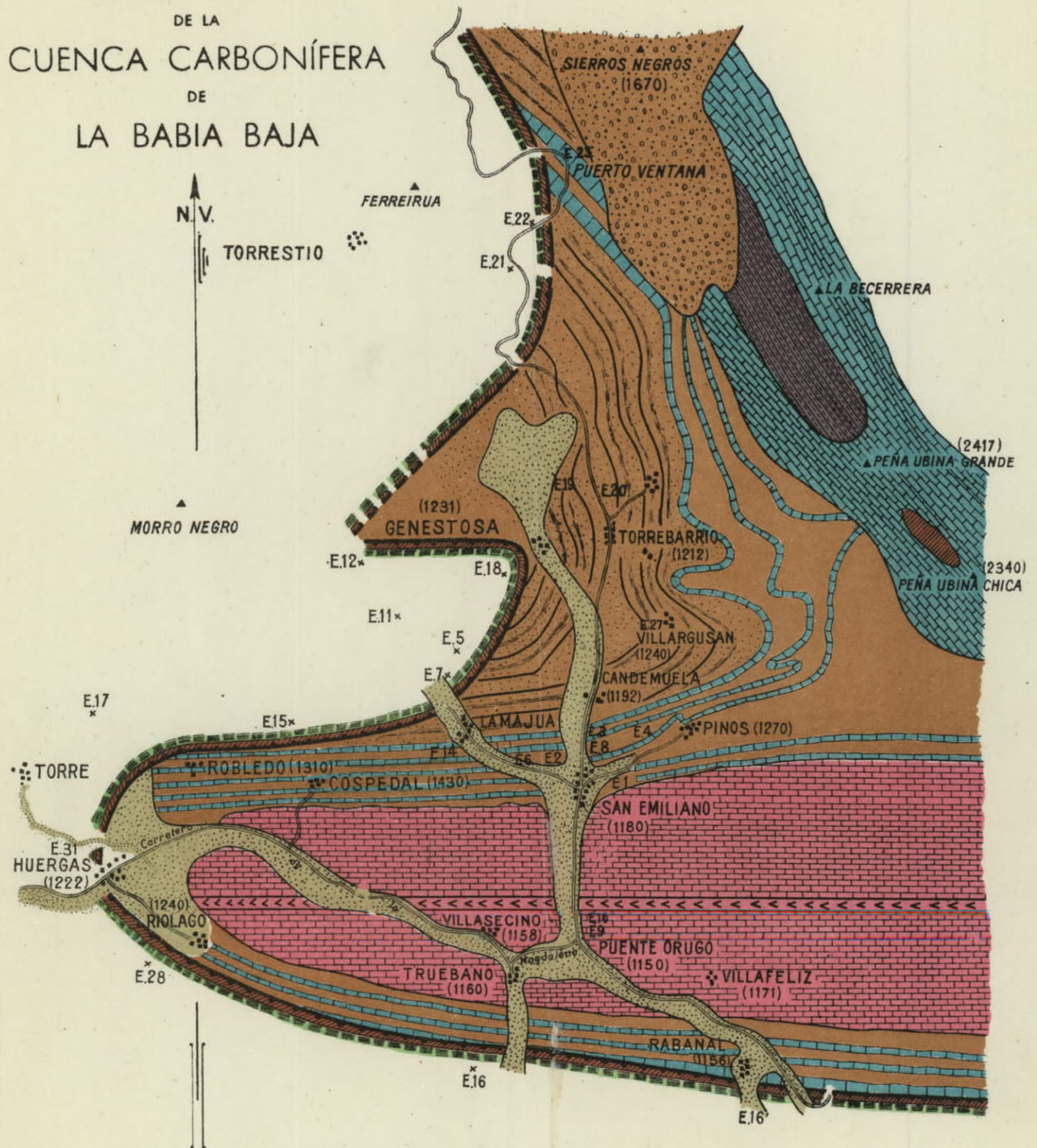


ESQUEMA GEOLÓGICO  
DE LA  
CUENCA CARBONÍFERA  
DE  
LA BABIA BAJA



## EXPLICACIÓN

-  Borde del manto cambro-siluro-devónico que recubre la cuenca por el O. y S.
-  Anticlinal devónico que separa las ramas carboníferas de San Emiliano y Truébano
-  Afloramiento devónico entre las Peñas Ubiñas
-  Caliza de montaña (dinantiense?-namuriense)
-  Pizarras y grauwacas con carboneros, al pie de La Becerrera
-  Caliza namuro-westfaliense
-  Pizarras y grauwacas westfalienses
-  Pudingas y grauwacas estefanienses
-  Diluvial, aluvial



E1, E2, .....Yacimientos fosilíferos

**ESTUDIO GEOLOGICO Y MINERO  
DEL YACIMIENTO DE  
ALQUIFE-MARQUESADO**

POR

MANUEL PASTOR MENDIVIL

## INTRODUCCION GEOLOGICA

Las manifestaciones superficiales del gran yacimiento ferrífero de que vamos a tratar se localizan en uno de los contrafuertes del Norte de Sierra Nevada, dentro del perímetro del cerro de Alquife y entre altitudes limitadas por los 1.150 y 1.200 metros. Su parte oculta, la más importante en cubicación y la única con posibilidades de ampliarse con nuevas mineralizaciones por descubrir, se extiende subterráneamente por debajo de una potente y amplia formación aluvionar que, después de dar origen a los dilatados llanos del Marquesado del Cenete, alcanza y sobrepasa, en su avance Norte y más o menos erosionada, la ciudad de Guadix.

Sus fuertes metalizaciones, de indudable origen metasomático, encajan totalmente en potentes horizontes calizos sobre cuya época de sedimentación y posterior proceso de enriquecimiento en minerales de hierro vamos a tratar seguidamente. Por su parte, estas calizas y con ellas el criadero, se apoyan en concordancia tectónica, pero no estratigráfica, en las pizarras y micacitas dominantes en todo el Arcaico de Sierra Nevada.

Fué D. Ricardo Guardiola el primer geólogo (al menos



entre los españoles) que trató concretamente de clasificar la roca madre del yacimiento y del tiempo y proceso de su metalización. Posiblemente, y a pesar de que en su estudio «Criaderos de Alquife y Marquesado» (Memorias del Instituto Geológico y Minero de España, tomo V, volumen III), llegó a conclusiones definitivas sobre la edad estrato-cristalina de la primera y sobre la dependencia herciniana del fenómeno que la enriqueció, todo parece indicar que no debió quedar muy convencido de la justeza de tales afirmaciones, cuando en la misma publicación (concretamente al tratar en general y en colaboración con don Alfonso Sierra, de la «Serie Triásica de Sierra Nevada») se inclina a trasladar su anterior clasificación hasta el Muschelkalk y, con ello, a echar por tierra la posibilidad de que su mineralización provenga de erupciones y avenidas hercinianas.

Si a primera vista resulta muy fuerte una contradicción tan marcada (por lo demás algo difuminada en la indeterminada redacción del texto), el examen detenido de la caliza en cuestión y el de su confusa colocación estratigráfica sobre las pizarras primitivas, nos han asegurado de lo comprometido que resulta el definirse en pro de una de estas dos soluciones. Tan es así que nosotros, aunque francamente partidarios de una triásica y alpina, no dejamos de admitir ciertas posibilidades a la primera interpretación arcaica y herciniana del Sr. Guardiola.

Acabamos de manifestarnos en favor de un proceso de sedimentación (de la caliza) perteneciente al Secundario y como ello supone, como consecuencia obligada, el negar la raíz herciniana que Guardiola atribuye a la avenida metalífera que formó el yacimiento, vamos a tratar de justificar nuestra particular interpretación y a marcar los puntos o detalles en que no coincidimos con nuestro compañero,

en cuya exposición nos ha parecido ver, y hemos señalado, una contradicción.

Antes de hacerlo nos apresuramos a aclarar que, al menos en este caso y para el porvenir y posibilidades mineras del yacimiento (que como veremos más adelante es, en el día actual y como mínimo, una realidad plenamente justipreciada y medida), no tiene más que relativa importancia el que su roca madre provenga de época arcaica o triásica y el que se demuestre que su génesis fué consecuencia de los movimientos hercinianos o de los alpinos. De una forma o de otra, el hecho cierto (al menos para el «minero») es que el criadero existe; que posee una cubicación muy elevada de un mineral muy puro con buena ley en hierro y que la posible ampliación del perímetro de sus mineralizaciones depende, no de la edad de la formación caliza de su caja, sino de su simple extensión bajo la formación aluvionar de Guadix-Marquesado.

Vamos, pues, a entrar en unas consideraciones que si tienen verdadero interés para el «geólogo», pueden dejar casi indiferente al «minero» explotador del criadero, al que más que conocer la edad de la formación en que ésta arma y la raíz genética de su sustitución, le interesaría el poder asegurarse de los límites subterráneos de la formación mineralizable (en su iniciada marcha hacia Guadix por bajo de su recubierta) y, tanto más, de la profundidad e inflexiones que en el sentido vertical ha de presentar en profundidad este horizonte estratigráfico, posiblemente muy extenso y propicio a contener masas de mineral.

\* \* \*

La traducción completa y fundamentos de la teoría que sostuvo el Sr. Guardiola al tratar de la génesis del criadero

de Alquife-Marquesado, forma parte del tomo V, volúmenes I y III de las Memorias del Instituto Geológico y Minero y, por ello, no vamos ahora a repetirla íntegramente ni tampoco a extractarla hasta dejarla reducida a una extensión limitada. En líneas generales ya hemos hecho constar sus conclusiones más o menos definitivas, que, aunque en desacuerdo con nuestra manera de ver el problema, llegan a una estimación del valor y posibilidades del yacimiento parecida a la que vamos a fijar por cuenta propia.

De todas formas, y con el fin de preparar el camino a nuestros argumentos, aconsejamos la lectura previa del trabajo que acabamos de mencionar y que reconocemos como muy completo e interesante, aunque lo creamos equivocado en su interpretación geológica.

\* \* \*

Comenzaremos por discutir sobre la exactitud de los jalones que, en el proceso genético del criadero, fueron más verosímiles para nuestro antecesor en su estudio: el referente a la edad estrato-cristalina de la caliza y el de la procedencia herciniana de su fuente mineralizadora. Nosotros vamos a llegar al mismo resultado práctico con una caliza triásica (del *Muschelkalk*) y con una mineralización dependiente de las conmociones alpinas.

Ya comprendemos que dada la falta de fósiles y de asomos de rocas eruptivas, común en toda la región, es muy difícil llegar a una clasificación plenamente segura, pero tampoco dejamos de darnos cuenta de la debilidad de la argumentación del Sr. Guardiola cuando intenta extender hasta Alquife erupciones hipogénicas (diabásicas) localizadas en lugares tan lejanos, como son Bayar-

cal, Paterna y el mismo puerto de Huéneja. Poniéndonos en el mismo pie de optimismo, podríamos citar la existencia menos lejana de otros asomos del Norte y NO. de Sierra Nevada y reconocidos, desde siempre, como claramente alpinos (ofitas y espilitas).

Convencidos de que en un hecho semejante es imposible apoyar toda la teoría genética de un criadero, vamos a extendernos en una argumentación de otro orden y que creamos más fundamentada que la que, en cierto modo, con carácter general y «de instinto» sentó nuestro compañero. ¡Ya han pasado veinte años desde que este ilustre ingeniero redactó su informe y no en balde se han ido ampliando en este tiempo los datos y conocimientos que sobre todo yacimiento aporta un activo y concienzudo período de laboreo!

\* \* \*

Trataremos primeramente sobre la *edad de las calizas*:

En el plano geológico de conjunto que acompaña al trabajo de Guardiola, los afloramientos del Trías están representados: al Norte, por los filadios satinados y grisáceos de Las Piletas y por los islotes calcáreos de esta misma localidad y de La Alfaguara; al Sur, por una banda continua de calizas que se extiende en la caída de toda la vertiente Norte de Sierra Nevada.

En los cortes de detalle su autor marca la existencia separada de hiladas de mármoles o calizas metamórficas primitivas que, naturalmente, habrá que suponer interpoladas entre la caliza triásica y las micacitas granatíferas, con las que han de constituir un mismo grupo estratigráfico.

Petrográficamente hace distingos entre las calizas y

dolomías del Trías, poco cristalinas, bien tableadas, de colores azul o amarillento y en algún caso cavernosas, y los mármoles arcaicos de color blanco, aspecto cristalino mármoleo o sacaróide y consistencia maciza.

Ahora bien, como la mineralización se localiza exclusivamente en estos tramos calcáreos, y bien sean éstos primitivos o secundarios y más o menos metamórficos, es realmente interesante el llegar a aclarar fijamente la cuestión de su edad, ya que ella puede y debe tenerse en cuenta en todo intento de teorizar sobre sus posibilidades futuras y definitivas. En efecto: se concibe perfectamente que la caliza triásica forme un fondo de barco (más o menos ondulado y sumergido bajo los aluviones de la cobertera), del que son meros testigos laterales las bandas (bordas en este caso) de Alquife, La Calahorra, Charches y Las Piletas. Al centro y Sur de esta formación, hundidos y defendidos por la formación de Guadix, puede muy bien suponerseles una representación subterránea considerable, bastante normal y no demasiado erosionada.

Por el contrario, a los pretendidos mármoles primarios es natural considerarlos afectados por los mismos plegamientos de la Sierra y, por ello, muy propicios a presentar una estructura complicada y a formar jirones aislados dentro de las inflexiones de las micacitas.

Al no aceptar por nuestra parte los distingos que hizo Guardiola, nos inclinamos a considerar como triásicas a todas las calizas de Alquife, La Calahorra y Huéneja y a negar la existencia de los supuestos mármoles. Para hacerlo así vemos las siguientes razones:

1.<sup>a</sup> Que si al atravesar de Norte a Sur los afloramientos de Alquife es fácil observar una concordancia completa entre las calizas y los mármoles, se aprecia, en cambio, una marcada discordancia (con falla intermedia) entre los

mármoles y las pizarras con granates. Dentro de la interpretación de Guardiola, una tal disposición estratigráfica si no totalmente imposible, sería francamente casual y, desde luego, muy extraña.

2.<sup>a</sup> Que Douvillé, Barrois y Ofert estuvieron acordes en asimilar toda la caliza de La Calahorra a la llamada «de Gádor», plenamente reconocida como triásica.

Claro está que en contra de esta razón siempre se podrá alegar, aunque ello sea improbable, que para estos geólogos los mármoles pasaron desapercibidos por su menor representación superficial.

3.<sup>a</sup> Que un tan buen conocedor de la geología meridional de España, como Fallot, se manifestó, durante el pasado año 1945, de completo acuerdo con esta teoría, al clasificar como indudablemente triásicas a las calizas de los cerros del Castillo de La Calahorra y de Juan Canal, ambos evidentes prolongaciones de la banda calcárea de Alquife-Marquesado, que, en su marcha subterránea hacia el Sur, vuelve a emerger en dichos puntos, distantes unos 1.000 metros del criadero estudiado.

4.<sup>a</sup> El que de acuerdo con M. Cecatty, que estudió la estratigrafía cortada por las labores de la mina del Marquesado, entendemos que se ha llegado a localizar en ella todos los tramos característicos de la serie triásica corriente en la provincia de Granada.

Esta serie, donde existe completa, como en el yacimiento del «Conjuro», de Busquistar-Notáez, comprende, según el mismo Guardiola y según la plena confirmación de Barrois y Ofert, los siguientes tramos:

a) El inferior de un conglomerado amarillento, poco yesífero y muy alterado, constituido de fragmentos de cuarzo, micacitas y cuarcitas, empastados en un cemento calizo



b) Uno, medio, de margas y filadíos arcillosos y talcosos, generalmente blando y lustroso y de coloración que va desde el gris azulado hasta el violeta.

c) El superior, francamente calizo y dolomítico. En él sus capas inferiores son grises o rojizas, algo cavernosas y poco tableadas; por el contrario, las superiores suelen ser de grano fino, compactas y con sus lechos bien marcados, dentro de un conjunto de color azulado.

Este piso de calizas y dolomías presenta algunas intercalaciones de margas de color gris.

De estos tres tramos reseñados, los afloramientos de Alquife y los trabajos más altos del Marquesado, sólo muestran la existencia del c), pudiendo localizarse los otros dos en las plantas profundas de esta parte del criadero (ver cortes X-X e Y-Y).

El tramo a) en la extremidad de la galería Sur del pozo «Victoria» y nivel 1.046 metros. Allí lo consideramos representado por una potente serie de lechos de arenisca formada de elementos (finos y gruesos por graduación) de cuarcitas, micacitas, granates y mineral de hierro.

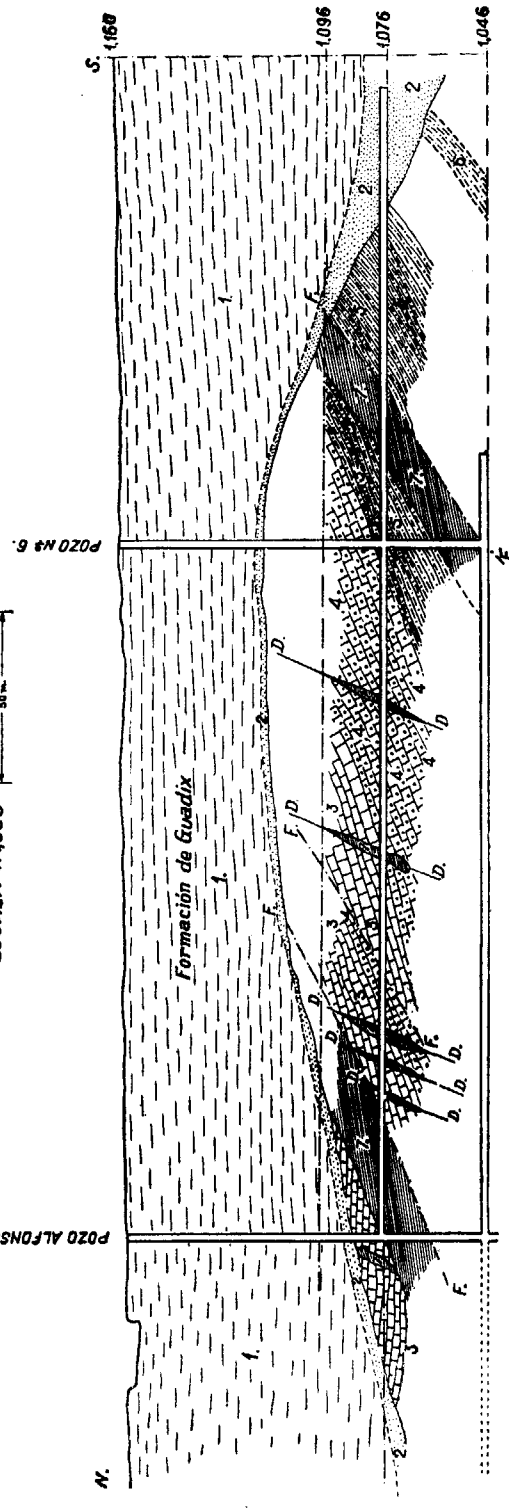
A este horizonte le suponemos una facies equivalente a los conglomerados del tramo a) del «Conjuro» y sedimentado ya a cierta distancia de la costa.

Al tramo b), aunque extensamente reconocido en el borde Este de Las Piletas, le suponemos la escasa representación que figura en los cortes, tanto por el hecho de que su colocación local viene casi a corresponder con la línea de emersión de los primeros macizos del Trías sobre la sierra primitiva, como por cabernos la sospecha de que la misma avenida metalífera lo haya digerido y hecho desaparecer (como tal horizonte caracterizado).

Nos mueve a hacer esta suposición la existencia de algunos minerales mediocres que, sin presentar inclusión al-

### CORTE X-X POR LA GALERÍA SUR DEL POZO ALFONSO

ESCALA 1:1.000



#### EXPLICACION

- 1.- Formación de Guadix
  - 2.- Rubial eoceno
  - 3.- Caliza azul triásica (Tramo C. nivel C<sub>2</sub>)
  - 4.- Calizas y dolomías grises del Trías (Tramo C. nivel C<sub>1</sub>)
  - 5.- Brecha de la base del Trías (Tramo C. nivel C<sub>1</sub>)
  - 6.- Filadíos triásicos (Tramo b. del texto)
  - 7.- Mineral
- F.F.-Fajas inversas  
D.D.-Dieléctas

guna de caliza no digerida, las tienen en cierta proporción de una mezcla de aspecto y consistencia talcosa. Estos minerales se distinguen perfectamente de los puros y propios de la caliza franca, y son conocidos mineramente con el nombre de «minerales de tipo Conjuero»; ellos podrían ser la representación actual de la digestión más o menos parcial del tramo *b*) por la avenida mineralizadora. En este caso, el mineral «tipo Conjuero» que en la galería «Victoria» Sur reposa sobre areniscas, entraría en el nivel estratigráfico de los filadios.

Esta suposición parece concordar con el hecho de que estos filadios grises, poco alterados, medio se reconocen en la extremidad Oeste de las galerías de exploración de la planta 1.046.

La realidad para este caso particular es que no existe la seguridad de que el tal nivel arcilloso o talcoso sea el propio tramo *b*) del patrón del «Conjuero», o sencillamente una intercalación delgada, dentro del *c*), de que vamos a tratar.

A este tramo *c*) es al que, para nosotros, pertenece toda la masa principal de la caliza madre del yacimiento.

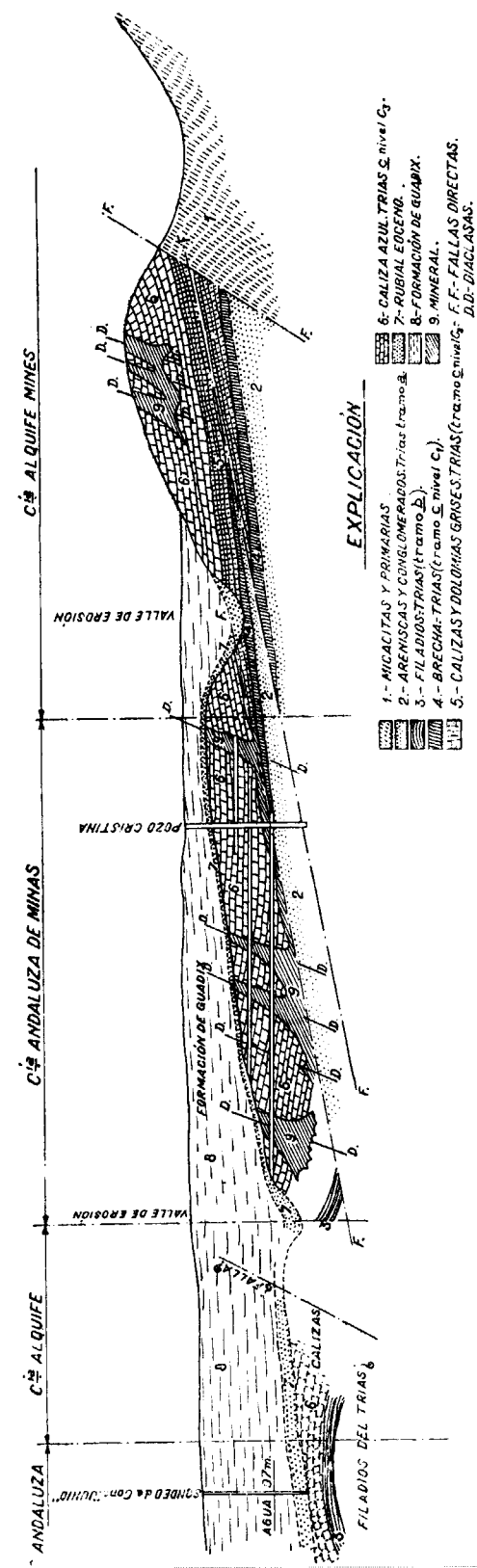
Dentro de este horizonte calizo se presentan algunas intercalaciones de dolomías y de margas, y en él (en su parte que corresponde a la galería Sur del pozo «Victoria» y nivel 1.076) se diferencian los tres subtramos siguientes:

*c*<sub>1</sub>) En la base uno brechoso y amarillento, formado de elementos calizos o margosos, empastados en un cemento de igual naturaleza.

Este nivel u horizonte estratigráfico, bien pudiera corresponder a una emersión y sumersión consecutivas de un sedimento constituido de trozos de calizas y de margas que, en estado aun pastoso, debió ser arrastrado por las aguas a pequeñas distancias, para volver a sedimentarse en un

### CORTE Y-Y POR EL POZO CRISTINA

ESCALA 1:3000



barro de la misma naturaleza. De ello el que la clasificación isodrómica, producida en medio tan viscoso, fuese menos completa que la corriente en cualquier medio normal, y el que la variación lateral, en el tamaño de los elementos, se marque clara y rápidamente.

Todos los caracteres especiales de esta brecha la diferencian claramente de los elementos aluvionares que, reposando directamente sobre el Trías, llegan a aparecer como formando parte integrante del mismo. Su aspecto externo hace pensar en una consistencia compacta, y sólo su rotura reciente muestra su naturaleza clástica.

Este nivel es perfectamente visible en varios puntos de la mina del Marquesado.

$c_2$ ) Sobre esta base brechosa se presenta un nivel de calizas y dolomías blanquecinas o amarillentas, generalmente muy compactas y que forman bancos bien marcados de fuerte espesor.

$c_3$ ) Por último, un paquete de calizas tableadas de color azul oscuro y ciertas intercalaciones margosas. Su clasificación triásica ha sido evidente para todos los que las han estudiado.

Vemos, pues, que hemos atravesado toda una serie de niveles estratigráficos, todos ellos bastante inferiores al de los «mármoles» de Guardiola (puesto que él llama así a la caliza que contiene el mineral) y ello sin haber encontrado ningún indicio de su verdadera existencia; hemos comprobado, por el contrario, la presentación más baja de formaciones tan características como son las del nivel  $c_1$ ) y la del mismo tramo  $a$ ).

Consideramos que lo anteriormente expuesto posee fuerza suficiente para justificar plenamente nuestra teoría, pero, a fin de hacerlo aún más, vamos a dar una última razón en su defensa; es la siguiente:

5.<sup>a</sup> La marcada diferencia existente entre la naturaleza petrográfica de las calizas azules, poco cristalinas y bien estratificadas de nuestro subtramo  $c_3$ ), y la de las blancas o azuladas que Guardiola identificó como mármoles primitivos. El contraste es patente y se hace perfectamente visible en cualquier banco mineralizado de los que forman el yacimiento. En ellos, y partiendo desde el mineral puro, propiamente dicho, se aprecia la siguiente serie de «aureolas» (por lo general medio concéntricas y de anchura variable):

1. Caliza sacaroide de color marrón oscuro.
2. Caliza cristalina amarillenta.
3. Caliza cristalina sacaroide perfectamente blanca y pura (la que nosotros asimilamos a los «mármoles»).
4. Caliza cristalina completamente azul.

Todos estos tipos pasan de uno a otro de una manera insensible y perfectamente continua.

Para nosotros, estas diferencias de aspecto petrográfico de la roca de caja del criadero, no son más que las muestras naturales de un simple fenómeno de alteración metamórfica de las calizas azules del Trías. Su tramo  $c_2$ ), por ser el más alterable, llega a formar en algunos puntos verdaderos bancos de caliza cristalina y blanca, y de ello proviene la ilusión, que parece indicar su afloramiento, de que constituye por sí solo un piso geológico diferente y hasta lejano de los también calizos de su vecindad estratigráfica.

\* \* \*

Pretendemos haber justificado suficientemente el que, dentro de la incertidumbre que supone en este caso la



total falta de fósiles, nos hayamos decidido a considerar como triásica a toda la caliza de la región de Alquife-Marquesado, La Calahorra y hasta Huéneja.

Sólo nos queda por señalar, aunque ello no sea un hecho absolutamente decisivo, que la ausencia de mica y de cualquier otro mineral de metamorfismo en los «mármoles» que habría que unir a la misma serie metamórfica de las micacitas y pizarras granatíferas, sería un hecho anormal que no hace sino confirmar nuestra opinión. Por esta misma causa hemos desechado la idea de encontrarlos frente a una formación triásica afectada por un amplio metamorfismo regional; para nosotros, la especial presentación del yacimiento proviene solamente de alteraciones locales directamente dependientes del fenómeno mineralizador.

Esta creencia nos la confirma el diferente aspecto de las calizas de Alquife y La Calahorra, que, comprendidas en una zona que necesariamente quedaría igualmente afectada en el caso de existir un metamorfismo regional y amplio, tendrían hoy exacta o muy parecida presentación.

### **Morfología subterránea de la caliza del criadero y de la formación aluvionar de su recubierta**

Sentado ya el que para nosotros la caja del criadero la constituye exclusivamente la caliza triásica, vamos a intentar precisar su forma probable y sus límites subterráneos. Para ello nos apoyaremos en lo que parecen indicar las extensas labores mineras abiertas por las dos Compañías explotadoras que se reparten las concesiones demarcadas

sobre el yacimiento y sus posibles prolongaciones. La representación gráfica de lo que ellas han ido marcando en sus distintas plantas queda condensado en los adjuntos cortes estratigráficos X-X e Y-Y, que traducimos en la forma siguiente:

El X-X deja ver con suficiente claridad la marcha general de la caliza en el sentido N.-S.: al anticlinal de Alquife le sigue, en la corrida de la formación, un sinclinal poco acentuado que comienza a enderezarse en el macizo Norte explotado en las «Minas del Marquesado». Siguiendo la tendencia iniciada, y más al Norte todavía, existen muchas posibilidades de que se repitan nuevos anticlinales que, cada vez más suavizados, vayan descendiendo onduladamente hasta el fondo del recipiente u hoya arcaica, indudable substratum de todo el Secundario y, con él, del criadero.

En el sentido también N.-S. del corte Y-Y la caliza presenta iguales o parecidos plegamientos; así vemos cómo el flanco Oeste de Alquife marca un claro levantamiento que se prolonga hasta la elevación brusca del borde Oeste del macizo reconocido en la planta 1.046 del Marquesado. Estas ondulaciones transversales deben corresponder a las líneas directrices de los dos valles N.-S. que presenta la sierra, uno al Oeste de Alquife y otro entre este pueblo y La Calahorra.

Estos antiguos valles de erosión que, tanto en el sentido N.-S. como en el E.-O., se marcan subterráneamente, son; por de pronto, indudablemente posteriores al Triás y anteriores al depósito terciario (seguramente Plioceno en gran parte) de los aluviones de Guadix-Marquesado; ello lo confirma el hecho de que sus cauces se abran profundamente en la masa caliza de la primera de estas edades y estén totalmente rellenos con elementos pertenecientes a la segunda. De ello el que el contacto entre la caliza y su

recubierta aluvionar sea una superficie de erosión que, dadas las edades respectivas de estas dos formaciones y la falta de todo resto Jurásico o Cretáceo, tiene que ser posterior al fin del Secundario y anterior al Plioceno.

Ya dentro del espacio cronológico que acabamos de delimitar, el hecho de inclinarnos, como ahora hacemos, hacia una solución eocena, lo basamos tanto en la misma presentación y potencia del gran depósito de Guadix, como en la facies particular de sus niveles inferiores y de contacto con las capas calizas infrayacentes.

En conjunto, el tal depósito está formado de cantos rodados y marcadamente planos de micacitas granatíferas nada alteradas y empastados en una matriz de arenas arcillosas; esta mezcla, muy suelta y de color gris, parece indicar una formación marina costera próxima al fondo de sedimentación. En cambio, en su base, y directamente sobre la caliza, se suele presentar un conglomerado formado de trozos desiguales y angulosos de caliza triásica, empastada en un cemento de arcilla roja muy rica en hierro. Esta formación continental, muy diferente del relleno de Guadix, no es otra cosa que el suelo de erosión continental del Trías durante su fase de emersión, ocurrida, probablemente, en el Eoceno. Debió ser por este tiempo cuando se produjo la apertura de los valles en la caliza, que, posteriormente, fueron recubiertos por el mar mioceno o plioceno.

Esta formación eocena es la que, localmente, recibe el nombre de «rubial», y la que suele indicar el comienzo de todas las mineralizaciones. Coincidiendo con ella debió ser cuando las aguas superficiales abrieron los huecos y grutas que hoy se ven en la caliza madre del criadero; en ciertos puntos estas aguas llegarían a ensanchar las diaclasas, transformándolas en verdaderas hendiduras que, abiertas

por su parte superior, sirvieron de vías de descenso a los aluviones de Guadix, que, en forma de columnas, masas o hasta diques, llegaron hasta el mismo yacimiento en unos contactos, generalmente muy localizados, insospechados y engañosos.

La existencia de uno de los valles eocenos a que acabamos de referirnos queda plenamente demostrada entre las masas correspondientes a las minas de Alquife y del Marquesado, y el paso oculto de otro similar puede asegurarse entre este último macizo y las concesiones más septentrionales del llano de Guadix.

### Mineralización y estructura del yacimiento

Siendo los cortes adjuntos una interpretación sintética de nuestras observaciones, su traducción, en lo que respecta a la forma de las mineralizaciones, puede condensarse en los siguientes puntos:

1.º Que el macizo que comprende todas las bolsadas de mineral está totalmente recortado por una serie de diaclasas y de fallas inversas, de inclinación y desplazamiento apreciables, que son la consecuencia natural del descenso en masa de la formación triásica sobre el flanco Norte de Sierra Nevada a lo largo de fallas directas como la que tan claramente se marca al Sur de Alquife.

Estos movimientos rompieron la consistencia de la formación caliza, dejándola en un estado muy favorable a ser mineralizada por sustitución química, sobre todo en sus zonas próximas a las fallas inversas.

2.º Que la mineralización fué atacando a la caliza de

una y otra parte de las fallas y diaclasas, por cuyas partes inferiores ascendió desde sus raíces filonianas abiertas en las micacitas del Arcaico.

3.º Que el mineral, como en la mayoría de los yacimientos de su género, presenta tres tipos diferentes:

a) Uno impuro, menudo y arcilloso, que debe provenir de la sustitución de episodios margosos y esquistosos. En tal mineral es frecuente la existencia de algunos restos de filadios no digeridos.

b) Otro, compacto, puro y bastante consistente, que, en casos, presenta la forma de la siderosa.

c) Uno, último, muy rico y puro, pero francamente pulverulento.

4.º Que la oxidación de la primera mineralización en carbonato de hierro ha sido tan completa, que hoy no queda el menor vestigio de este paso intermedio entre la caliza estéril primitiva y la hematites roja en que ha quedado transformada.

### Hipótesis genética

En Alquife, el proceso de formación de sus mineralizaciones oxidadas, sin resto alguno de siderosa pero con abundantes muestras de pseudomorfosis de este elemento y escasísimos minerales sulfurados, puede interpretarse bien por oxidación y doble descomposición entre sulfuros metálicos de origen eruptivo y carbonatos de cal sedimentarios, o bien por oxidación de la siderosa depositada directamente en terrenos calizos por una solución carbona-

tada. Nos inclinamos a admitir la primera y más corriente de estas dos soluciones, y aunque, de igual manera que la segunda, no justifique suficientemente la ausencia notable del carbonato de hierro y la misma escasez en azufre.

La falta de la siderosa que corrientemente suele constituir la base o fondo de los criaderos de hierro de igual naturaleza que el de Alquife, sólo la concebimos como consecuencia de que las acciones secundarias (oxidaciones e hidrataciones) que la debieron convertir en hematites roja (y que hay que suponer solamente posibles por encima del nivel hidrostático), ocurrieron coincidentemente con grandes oscilaciones de este nivel acuífero, que, al menos durante el tiempo preciso para terminar la reacción oxidante, debió quedar por debajo de las zonas alcanzadas hasta hoy por las labores y sondeos más profundos del yacimiento.

Por su parte, la escasez de elementos sulfurados pudiera provenir de que la avenida metalífera que cristalizó en Alquife, viniera ya en forma de carbonato (solución no imposible que antes descartamos a sentimiento), o por el hecho de que, aun siendo sulfurada, los compuestos que originó precipitasen en zonas más profundas que las actuales o fueran eliminados *per descensum* por efecto de un prolongado meteorismo local.

\* \* \*

Aun sin conocer las razones y fundamentos que apreció M. Cayeux para refutar, para el caso de Alquife, las dos hipótesis anteriores, estimamos de interés el transcribir su particular interpretación genética.

Según este profesor, las hematites del yacimiento son



el producto de sustitución directa del carbonato de cal, o sea sin ningún paso intermedio, bien en forma de siderosa o de cualquier otro compuesto ferruginoso.

Sin que en principio seamos partidarios de esta teoría, no dejamos de reconocer que su confirmación explicaría satisfactoriamente el escaso contenido en azufre de los minerales de Alquife, y, cosa importantísima, daría la plena seguridad de que en todo el criadero, aun a niveles más bajos que el hidrostático, no existiría ningún carbonato de hierro.

Si el hecho de que los sondeos practicados en la masa «Norte», de la Cía. Andaluza de Minas, hayan atravesado, por bajo de 1.044 m. (nivel hidrostático actual), 50 metros de hematites es un dato en apoyo de la interpretación Cayeux, la presencia dentro del mineral de abundantes muestras de pseudomorfosis de la siderosa es una razón de peso en contra de la misma.

\* \* \*

En cuanto a las posibles relaciones o dependencias entre el yacimiento de Alquife y los filonianos de sus cercanías, de Lanteira, Jerez y Aldeire, de reconocida procedencia alpina, es obligado el admitirlas en mayor o menor grado. Aunque éste sea un punto poco estudiado no vemos razón alguna que se oponga a que estos filones alpinos (conteniendo siderosa parcialmente oxidada en hematites y oligisto, pirita, calcopirita, pirita arsenical y otros minerales menos frecuentes) hayan sido las chimeneas o vías de acceso de la avenida mineralizadora que, después de cortar las micacitas y pizarras del Arcaico, debió expansionarse al alcanzar el nivel estratigráfico de las calizas triásicas, muy propicio a dejarse sustituir y dar

origen a grandes masas de mineral como las que hoy se explotan en Alquife-Marquesado.

Estas masas se formarían primeramente en las cercanías de los filones o chimeneas citados, para ser luego movidas, arrastradas y erosionadas hasta el momento en que quedaron definitivamente inundadas por los potentísimos aluviones que nivelaron la accidentada topografía de lo que hasta ese momento era valle del Marquesado.

### Naturaleza de las calizas en que arma el criadero

Al no haber sido posible encontrar una relación o dependencia medianamente clara entre la existencia de las mineralizaciones y la naturaleza de las calizas que las limitaron periféricamente, ni tampoco entre el grado de ataque de estas rocas de caja y su mayor o menor contenido en cal y magnesia, es muy natural que a la exacta composición química de las calizas de Alquife se le conceda, minieramente al menos, escasa o ninguna importancia.

Por ello, y a título meramente informativo, nos contentaremos con consignar los límites corrientes entre los que suelen oscilar los contenidos químicos de estas rocas; son éstos:

Carbonato ferroso .....	1	a	10	%
Carbonato de cal .....	75	a	97	,
Carbonato de magnesia .....	1,17	a	0,035	,
Sílice .....	1,05	a	9	,

### **Estructura y aspecto externo del mineral**

Su presentación más corriente es en masas amorfas de coloraciones comprendidas entre el rojo oscuro y el negro (casos del «Extremo Oeste» y de la «Masa Principal» de Minas del Marquesado). En los trabajos del Este y Sur del «Primer Alquife», y en los de «Alfonso» y «Masa Principal» del Marquesado su aspecto es francamente rocoso y compacto, pero sin llegar a ser duro para su perforación; en estas masas es muy frecuente la intercalación de múltiples y delgados filoncillos de calcita perfectamente blanca y cristalina.

En la región Oeste de «Alquife Mines» y en la «Masa Norte» de la «Andaluza de Minas» las mineralizaciones son tan blandas que su arranque más económico es el realizado con martillos picadores; en estas zonas no existen trazas de calcita, pero sí, en cambio, planos o lechos francamente siliciosos.

En conjunto el mineral es muy higrométrico y, como consecuencia, perfectamente congelable; de ello el que se desagregue y desmenuce durante su almacenaje.

La referencia que de él dió el profesor Cayeux, después de su estudio microscópico, fué la siguiente: «Hematites roja impregnada parcialmente de martita que, con luz reflejada, toma un aspecto metálico; se comprueba también la presencia, en ciertas zonas, de alguna hematites parda. La calcita está extendida en él con mucha mayor abundancia que lo que hace creer su examen ocular. En los bordes de las inclusiones calcáreas la hematites roja aparenta la forma más o menos destacada del romboedro, y, en su

seno, se comprueba la existencia clara de algunos romboedros mineralizados de forma perfecta. Estos cristales tienen invariablemente los caracteres ópticos de la calcita y nunca de la siderosa».

Vemos, pues, que M. Cayeux aun reconociendo la cristalización romboédrica en los minerales de Alquife, la atribuye a la sustitución de primitivos cristales de calcita y no de siderosa.

### **Zonas mineralizadas y extensión del yacimiento**

Desde el punto de vista geológico nos resta tocar un punto tan importante como el de la repartición, dentro del macizo de Alquife-Marquesado, de las zonas mineralizadas y estériles, y esto, claro es, no en su parte plenamente reconocida por amplias labores mineras, sino en sus inexplorados horizontes, posiblemente positivos, recubiertos por formaciones modernas.

En este sentido sólo podemos adelantar que entre Alquife y El Marquesado la caliza atacable o no existe o tiene una representación muy reducida por haber sido reemplazada, en sus niveles altos, por los aluviones terciarios y, en los bajos, por la brecha de la base.

Al Este y Oeste debe ocurrir algo parecido, no quedando otras zonas capaces de contener masas mineralizadas (ello a niveles de altura prudencial) que las del Norte de los llanos del Marquesado y la intermedia entre La Calahorra y Alquife; en ambas, sobre todo en la última, es muy probable que la caliza se presente a escasa profundi-

dad y ello sin que exista razón alguna que se oponga a su enriquecimiento en hierros.

Es precisamente en estas zonas donde encontraríamos muy justificado el desarrollo de una verdadera prospección, que, al menos en su primera parte y por su escaso coste, aconsejaríamos fuese de índole geofísica.

### **Prospección geofísica**

Con una idea bastante aproximada sobre cuáles son las zonas que, tapadas por la formación aluvionar de Guadix, son capaces de contener mineralizaciones no alcanzadas todavía por ninguna de las plantas o sondeos de reconocimiento, y dado el que la existencia de estas probables y desconocidas bolsadas ha de exigir la presencia previa de la caliza triásica, la prospección geofísica que propondríamos habría de comenzar por determinar la superficie de contacto de dicha caliza (o en su defecto de la pizarra primitiva) y el depósito aluvionar de Guadix-Marquesado.

Para esta finalidad, y contando con la gran diferencia que necesariamente ha de existir entre la velocidad de propagación de una onda sísmica en un medio calizo, compacto y hasta cristalino, y en otro constituido por un material de acarreo, muy suelto y sin cementar, el procedimiento sísmico queda tan indicado que nos atreveríamos a asegurar un éxito claro a su realización.

Posteriormente, ya con un adelanto de la topografía subterránea general de toda la comarca del Marquesado y con la seguridad de que la cobertera del yacimiento está constituida por un relleno completamente homogéneo y

superficialmente sin relieve alguno, la segunda parte de la prospección podría consistir en estudios magnéticos o gravimétricos que tendiesen a localizar las grandes acumulaciones minerales de posible existencia.

Ya comprendemos que, dada la profundidad probable (150 a 250 metros ?), el mismo levantamiento del plano magnético y gravimétrico de dichas zonas no será suficiente para delimitar las mineralizaciones, pero sí creemos, en cambio, como muy posible, el que sí pueda marcar con aproximación los ejes de las masas de mayor tonelaje. La fuerte cubicación de las ya exploradas y explotadas en Alquife-Marquesado, la total ausencia de relieve de los llanos terciarios que las recubren y la homogeneidad de sus aluviones, son razones suficientes para confiar en el éxito de esta segunda parte de la investigación que indicamos.



## **CONDICIONES MINERAS DEL CRIADERO**

Como ya hicimos notar en la anterior exposición geológica, el criadero de Alquife se lo reparten por entero dos grupos de minas contiguos: el primero, el más antiguo y de situación más meridional, comprende todos los afloramientos del cerro de su nombre y la zona menos hundida de la gran mineralización que, en los llanos del Marquesado, queda tapada y conservada por los aluviones modernos de la formación de Guadix; recibe el nombre de «Primer Alquife» y sus sucesivos propietarios (antes la Compañía Portman y hoy The Alquife Mines and Railway Co. Ltd.), lo han disfrutado y disfrutan, en parte por medio de rozas o canteras más o menos superficiales y en parte con labores subterráneas.

El segundo se conoce con los nombres de «Minas del Marquesado» o de «Segundo Alquife» y es la prolongación simple y más o menos profunda de las masas de mineral que afloran y se explotan en el primero. Sus potentes mineralizaciones se extienden subterráneamente, por debajo de la gran recubierta terciaria y cuaternaria de Guadix, con rumbos, límites, profundidades e inflexiones solamente conocidos con el detalle estrictamente necesario para justificar la gran «cubicación mínima» propia de lo que hoy en

día es la zona en «preparación» y «explotación» del grupo en cuestión, pero no hasta el extremo de hacer factible el cálculo de su «cubicación máxima», ni menos aún el de su completo aprovechamiento industrial, que, como es de presumir, nunca llegará a abarcar el total de la mineralización por cuanto parte de ella habrá necesariamente de presentarse a profundidades económicamente prohibitivas. Su primer explotador, la Sdad. Williams Baird Mining Co. Ltd., proyectó y comenzó un disfrute, única y exclusivamente subterráneo, que quedó suspendido o muy modificado y disminuído cuando, en 1929, la Cía. Andaluza de Minas, S. A., adquirió todas sus minas e instalaciones y orientó su aprovechamiento hacia el método medio a cieloabierto y medio subterráneo de gran envergadura que hoy se está desarrollando.

Las pertenencias mineras son:

#### THE ALQUIFE MINES

La Oportunidad ...	120 Ha.	} Pertenecientes a la explotación actual.
Por si acaso .....	20 »	
Asdrúbal . . . . .	31 »	} Más al Sur.
Leticia . . . . .	36 »	
El Desprecio . . . . .	22 »	
Mosquito . . . . .	18 »	
Lagarto . . . . .	13 »	
Perdiz . . . . .	8 »	
Virgen del Carmen	24 »	
Demasía a Virgen.	6 »	
Nicolás . . . . .	280 »	} Al Norte y rodeando las concesiones de la CAM.
Mayo . . . . .	38 »	
Edward . . . . .	163 »	
Albert . . . . .	78 »	
Alexandra . . . . .	120 »	
<i>Total ..</i>	<i>977 »</i>	

#### COMPañIA ANDALUZA DE MINAS

La Reserva . . . . .	89 Ha.	} Al Este.
El Porvenir . . . . .	40 »	
La Previsora . . . . .	12 »	
Bilbao la Nueva . . . . .	72 »	
Las Dos Naciones . . . . .	76 »	} Al Oeste. En ellas se localizan las explotaciones actuales.
La Providencia . . . . .	45 »	
Nuevo Bilbao . . . . .	51 »	
Junio . . . . .	38 »	Al Norte.
<i>Total ..</i>	<i>423 »</i>	
TOTAL GENERAL ..	1.400 Ha.	

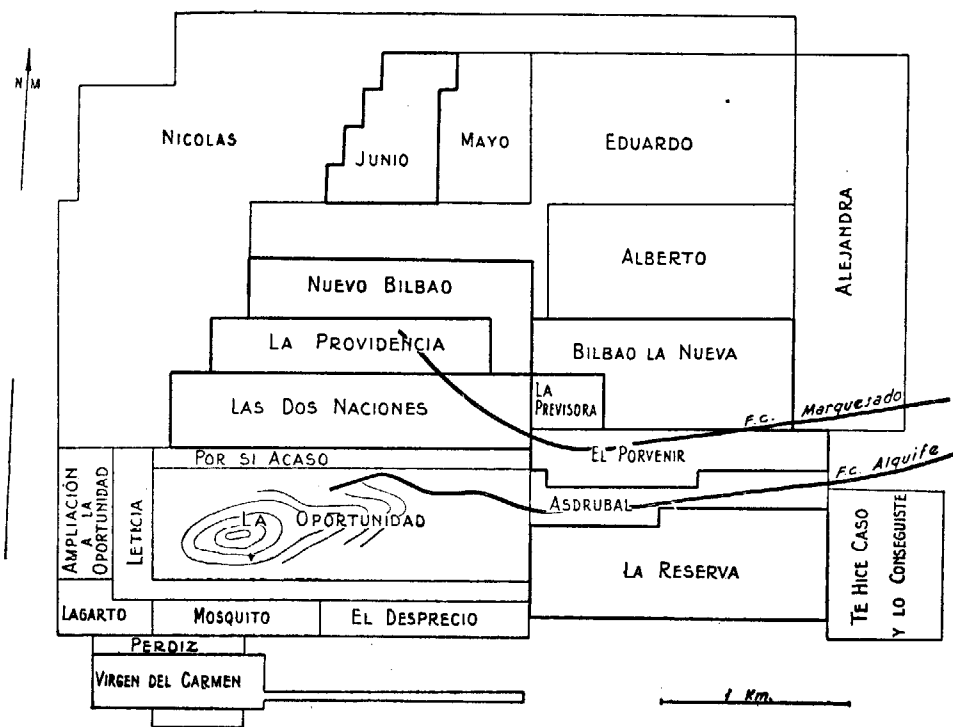
Estas pertenencias, parte en «producción» o «preparación» y parte a título de posibles reservas futuras, que mantienen las dos sociedades asentadas en el yacimiento, suman unas 1.400 Ha., repartidas en la forma citada anteriormente (ver plano de concesiones):

\* \* \*

En términos generales, y aparte una pequeñísima variación del contenido en fósforo (en aumento insensible y progresivo de Sur a Norte), el criadero es igualmente rico en los dos grupos citados, y si bien en el más meridional la mineralización se subdivide en cierto número de bolsas más o menos voluminosas e independientes, en el del Marquesado se concentra en una inmensa masa central (la que se decidió explotar a desmonte), rodeada de otras periféricas de menor cubicación y de obligado aprovechamiento subterráneo.

Los adjuntos planos y cortes, levantados sobre distintas partes del yacimiento, ya dan una idea bastante aproximada de la extensión superficial de cada una de las distintas plantas trazadas (unas veces en plan explotador y otras

como investigación) sobre las mineralizaciones de lo que es, en la actualidad, el criadero. En cambio, nada puede adelantarse, ni con mediana seguridad, respecto a que el fin de la explotación dependa, en tiempo lejano, del agotamiento de las metalizaciones ya conocidas, que, como ya hemos adelantado en el capítulo anterior, muy bien



Plano general de las concesiones

podieran extenderse, con las naturales discontinuidades, faltas e irregularidades inherentes a un criadero de «sustitución» (ya muy erosionado y achicado anteriormente a su recubrimiento defensor y al mismo tiempo ocultador), por varios rumbos bajo los dilatadísimos llanos del Marquesado del Cenete, y llegar, y hasta sobrepasar por el Norte, y a una u otra profundidad, la ciudad de Guadix.

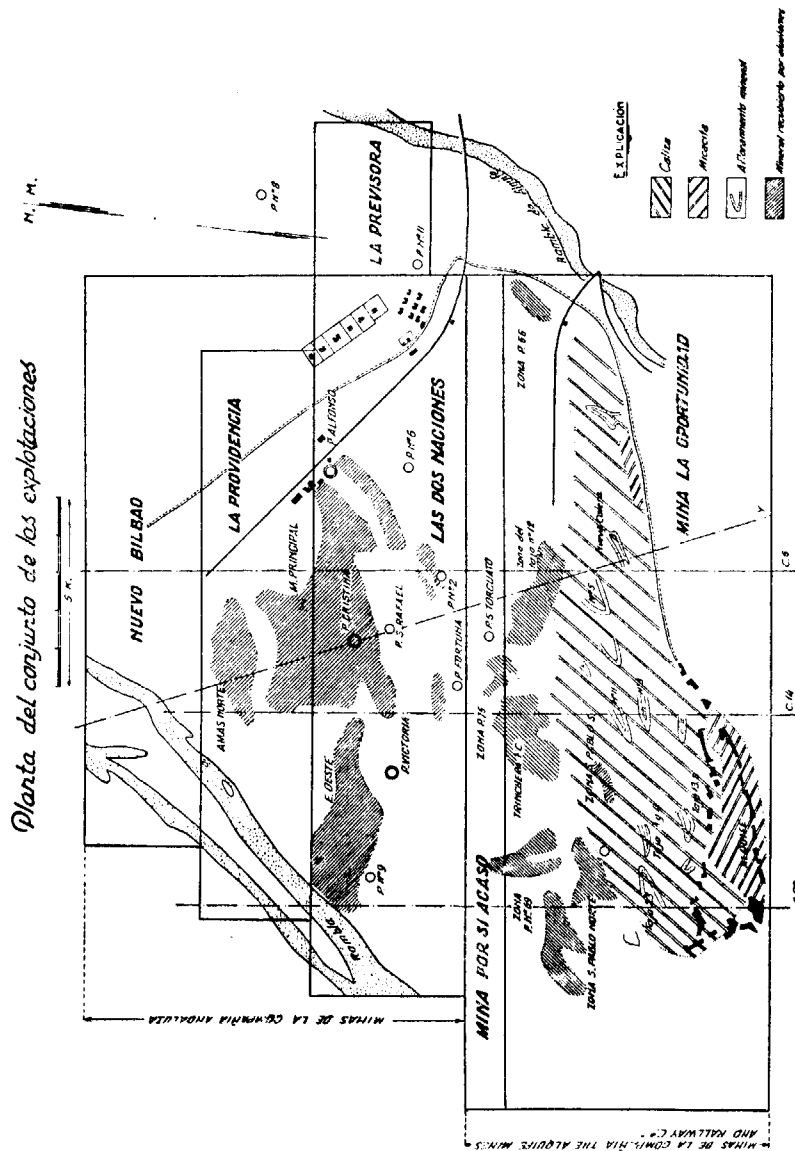
Tan convencidos estamos de las grandes probabilidades de existencia de nuevas mineralizaciones todavía no vistas y de la prolongación profunda de las raíces de las localizadas hasta cierta altura, que el límite de aprovechamiento industrial del yacimiento lo anunciamos mucho más influenciado por la profundidad antieconómica de los futuros descubrimientos y por los potentes depósitos acuíferos que los cubrirán, que por la misma «cubicación completa» a que pudiera llegarse en una prospección «ideal» del criadero conocido y de todas sus alejadas y hundidas ramificaciones posibles.

Mineramente, el criadero de que tratamos no es sino el resto erosionado, y recubierto luego, de una extensa metalización de origen metasomático, que nosotros, en contraposición de los que se inclinaron a suponerla ocurrida durante la conmoción herciniana y en rocas del Arcaico hemos interpretado como ligada a los movimientos alpinos, y fijada sobre calizas del Muschelkalk.

Su mineralización total conocida es la suma de varias masas más o menos aisladas e irregulares que, arrumbadas, en conjunto, de Este a Oeste y con marcado buzamiento Norte, arman en un horizonte de calizas tableadas y generalmente cristalinas, que tiene por yacente a las micacitas granitíferas del Arcaico y por techo o pendiente la formación aluvionar e inconsistente de Guadix y de todo el llano del Marquesado.

La inclinación del contacto entre las pizarras y la caliza es de unos 40°, y la potencia media de las metalizaciones sobrepasa los 25 metros. Estas últimas acusan un franco crecimiento a medida que van profundizando hacia sus bases o raíces, y de ello el que hay que suponer que las reservas del mineral existente por debajo del nivel hidrostático son de gran importancia y desde luego mayores que





las que, con un criterio muy prudente, se han calculado como justificación mínima de las explotaciones montadas en los dos grupos mineros del yacimiento.

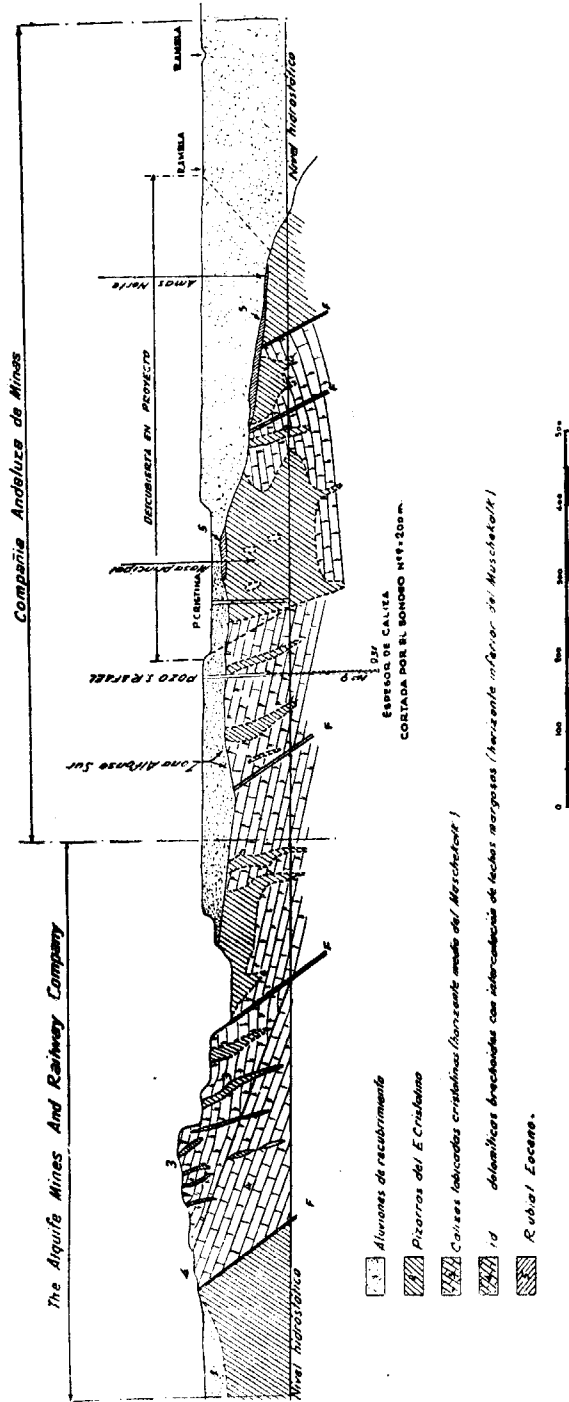
El nivel hidrostático actual, oscilante en unos seis u ocho metros de altura durante períodos regulares de siete u ocho años, se presenta a los 120 metros de profundidad, contados desde la cota media del recubrimiento aluvionar. Este, en la parte que existe, presenta un espesor creciente de Sur a Norte comprendido entre los 40 y los 120 metros; en su contenido flojo y nada cementado entran a formar parte elementos de cuarzo y de esquistos pizarrosos, de grosor variable, empastados en un conjunto de arena suelta, cortado horizontalmente por algunos episodios arcillosos.

Durante los años que dura ya el disfrute del criadero, la altura máxima alcanzada por las aguas fué la de 1.052 m. (en 1920), la mínima 1.040 (en 1936), quedando la actual próxima a los 1.044 metros.

### Naturaleza física y química del mineral

Todas las menas del criadero de Alquife entran dentro del grupo de las hematites ricas y puras, y dado el que son poco siliciosas y fosforosas, algo manganesíferas y prácticamente totalmente limpias de azufre, arsénico y plomo, deben ser consideradas, desde el punto de vista químico, como *de muy buena calidad* y similares al famoso tipo «rubio» de las minas bilbaínas.

Desgraciadamente son de naturaleza *bastante blanda y deleznable*, lo que hace que, en su extracción, contengan



CORTE DE LA FORMACION MINERALIZADA DE ALQUIFE  
(Según línea X-X de la planta de conjunto)

una proporción de menudos muy próxima al 50 %, claramente superior al porcentaje normalmente admitido por los compradores siderúrgicos, bien sean nacionales o extranjeros.

Su fusibilidad en el alto-horno es plenamente satisfactoria.

**Composición química**

Por ser ésta variable dentro del mismo criadero y por referirse a minerales procedentes de dos Compañías distintas que, generalmente, venden a consumidores diferentes, damos a continuación la composición media acusada por ambas durante varios años:

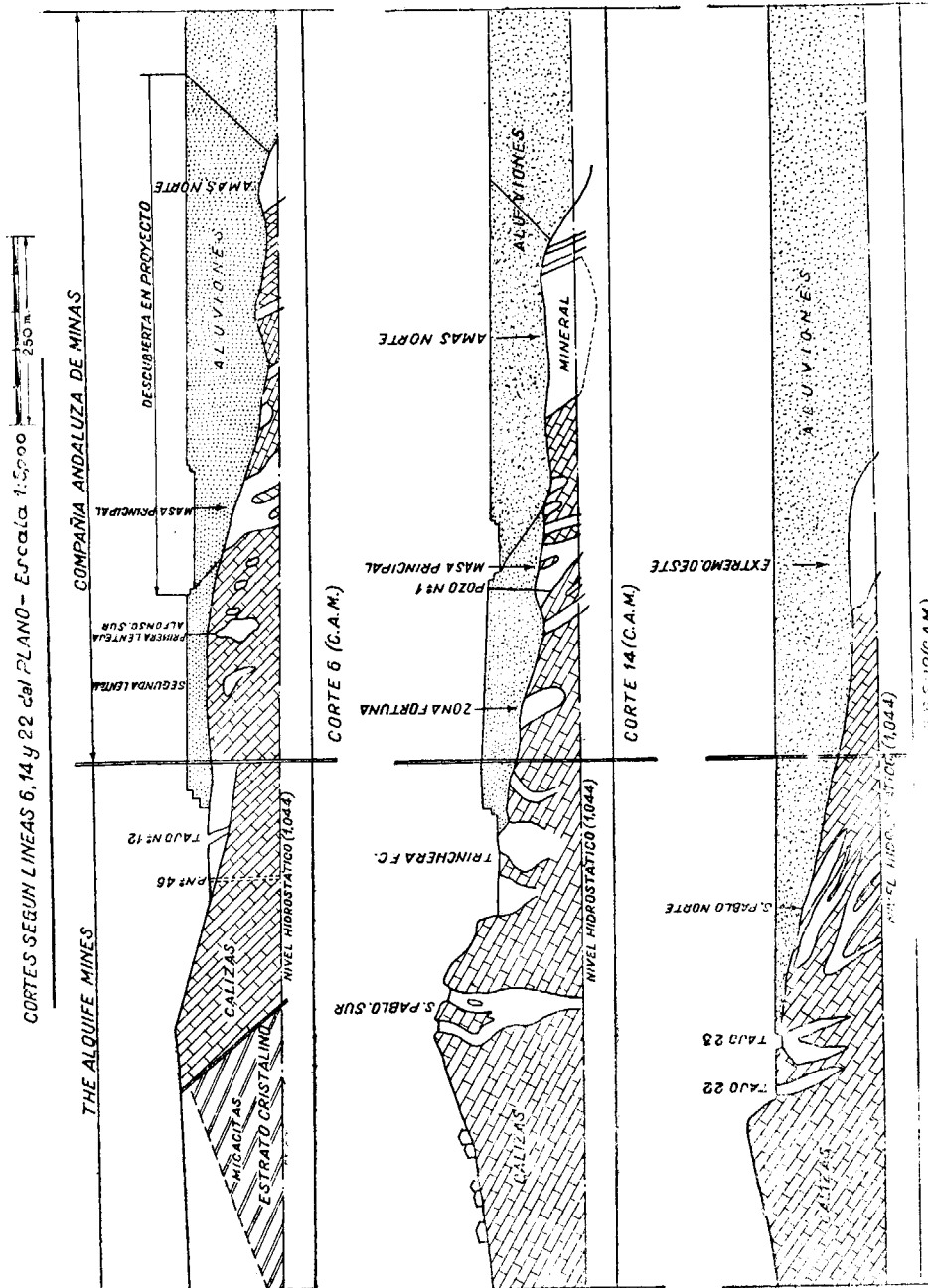
**PRIMER ALQUIFE**

Fe .....	51 %
SiO <sub>2</sub> .....	5 ,
CaO .....	5-6 ,
S .....	0,015 ,
Ph .....	0,012 ,
Mn .....	1,75 ,
As .....	trazas

**MINAS DEL MARQUESADO**

Fe .....	52-53 %
SiO <sub>2</sub> .....	4 ,
CaO .....	6-7 ,
S .....	0,011 ,
Ph .....	0,025 ,
Mn .....	1,75 a 1,80 ,
As .....	trazas

Las cifras que se refieren al Marquesado, más bien que la media general de su explotación, expresan la de sus dis-



tritos «Masa Principal» y «Alfonso» (desde luego los más productivos), por lo que, con el fin de dar la mayor exactitud a estos datos, consignamos que los llamados, en esa mina, «Extremo Oeste» y «Masa Norte», poseen la diferente composición que sigue:

Fe .....	57 %
SiO <sub>2</sub> .....	6 >
CaO .....	1 a 2 >
S .....	0,015 >
Ph .....	0,04 >
Mn .....	1,4 >

Sólo la comparación de estos análisis, y mucho más la de los infinitos ensayos realizados con minerales de todos los distritos y profundidades de ambas empresas mineras, llega a demostrar una clara tendencia de la mineralización general a ir ganando, de Sur a Norte, Fe, SiO<sub>2</sub> y Ph, para perder correlativamente CaO y dureza. En cambio, no acusan ninguna diferencia sensible en la composición de los minerales arrancados en zonas altas o bajas del criadero.

**Constitución física**

En boca-mina:

Grueso y granza (sobre 1/2") .....	50 %
Menudo (por debajo de 1/2") .....	50 >

Tal repartición volumétrica de los minerales de Alquife (algo mejores, en este sentido, los del grupo inglés) denota una marcada friabilidad y justifica el que aun un cargamento exclusivo de «grueso» llegue a su punto de destino



con una tal deterioración (por manipulaciones sucesivas de carga y descarga), que suele traducirse en que su composición final sea:

Grueso (mayor de 50 mm.) .....	30 %
Granza (entre 50 y 12 mm.) .....	35 »
Menudo (menor de 12 mm.) .....	35 »

#### Condiciones comerciales

Como, considerado desde un plano comercial, para que un óxido de hierro de la clase del de Alquife llegue a ser una verdadera «hematites» tiene que no sobrepasar del 0,025 % su contenido en fósforo, queda aclarado el que todos, o casi todos, los de The Alquife Mines alcanzan esta clasificación, mientras cierta cantidad de los de la Andaluza de Minas quedan teóricamente (aunque no en la práctica) fuera de ella y el que, en algunos momentos, hasta encuentren dificultad de colocación, por este exceso en Ph, entre usuarios muy exigentes.

De todas formas, no es este pequeñísimo defecto de índole química, y achacable solamente a algunos de sus minerales, el mayor obstáculo que ha de salvarse para conseguir la venta total y conjunta de los hierros de este yacimiento granadino. Este es, sin duda, su marcada friabilidad que, además de traducirse en una depreciación comercial y, en ciertas épocas, en un restringimiento de su mercado, constituye una gran dificultad para su explotación subterránea (lo que ha obligado a la implantación de métodos costosos) y un aumento del precio de coste de la tonelada, vendible no en la cómoda y barata forma del todo-uno sino convenientemente clasificada por tamaños.

Naturalmente que el defecto que apuntamos ha sido, es y será de importancia variable según el momento y dependiente de la ley de oferta y demanda de los minerales de hierro. Así vemos que si hasta 1931 el todo-uno de Alquife fué perfectamente vendible en la exportación, a partir de aquel año las exigencias del mercado obligó a las Compañías explotadoras a clasificar su mineral en dos clases comerciales de diferente categoría y precio:

- 1.<sup>a</sup> Grueso-granza (mayor de 12 mm.) de fácil salida, y
- 2.<sup>a</sup> Menudo (menor de 12 mm.) de venta difícil y restringida a las siderurgias montadas en plan de utilizarlos previa su «sintetización» o «aglomeración» de cualquier estilo o patente.

Sólo nos queda por añadir que el neutralizar la pega comercial de que acabamos de tratar siempre le ha sido y le será más fácil a la Compañía The Alquife Mines que a la Andaluza de Minas. Dada la casi exactitud de sus minerales, el motivo de esta diferencia lo explicamos con el hecho de que mientras la primera de estas Sociedades es filial de una gran factoría siderúrgica inglesa, la segunda no es ni más ni menos que un concurrente más entre los vendedores de esta clase de minerales. De ello el que últimamente en el «Primer Alquife» sean corrientes los embarques del todo-uno, mientras que en el «Segundo Alquife», durante estos años de guerras y calamidades, sólo se haya dado salida a una pequeña parte de la 1.<sup>a</sup> categoría de las dos que, obligadamente, se siguen preparando, y que son éstas:

	MAYOR DE 50	ENTRE 50 Y 12	MENOR DE 12 MM.
	%	%	%
Grueso .....	30	40	30
Menudo .....	0	0	100

A estas clases se las denomina, respectivamente, con los nombres comerciales de «Andaluza» y «Granada».

### Cubicaciones

Antes de tratar de este importantísimo aspecto del criadero de Alquife, nos importa dejar aclarados de antemano los tres puntos o premisas siguientes:

1.º Que vamos a dar unas cifras cuyo alcance adelantamos como muy distinto, pues mientras que las que consignaremos como correspondientes a las masas localizadas entre el punto más alto del yacimiento y el nivel hidrostático (cota 1.044 m.) las certificamos como *la traducción exacta de una realidad perfectamente medida y valorada*, no nos atrevemos a hacer otro tanto con las restantes, que, por referirse a macizos sumergidos en agua y solamente cortados por algunos sondeos, no pueden tener más que un valor aproximado y, seguramente, inferior a la realidad, por cuanto que el criterio que se siguió en su cálculo fué de gran prudencia, como de orden minero y no geológico.

2.º Que tanto las «cubicaciones seguras», como las «probables» y «posibles» a que hemos de llegar en este

trabajo, se refieren única y exclusivamente a las mineralizaciones de una y otra de estas clases, comprendidas, en extensión superficial, dentro del perímetro actual del criadero y limitadas en profundidad por la cota 1.000; para llegar a ellas no ha sido preciso tener en cuenta los macizos más bajos de esta cota, ni las sospechadas y nuevas mineralizaciones que, con el tiempo y medios geológicos y geofísicos, podrán descubrirse por los rumbos Norte y Este de la prolongación subterránea y no inmediata de la formación caliza, madre de todas las metalizaciones.

3.º Que figurando por separado las cubicaciones parciales correspondientes a las dos partes del yacimiento controladas por empresas distintas, hacemos constar que, aunque dentro del general alcance y valor que ya hemos adelantado a unas y otras, las propias del «Segundo Alquife» (mina en la que trabajamos desde 1939) las sostenemos con mayores garantías que a las de «Alquife Mines», cuya explotación conocemos, pero no con el detalle y seguridad que, sobre aquel grupo, nos ha dado el ser testigo obligado de su trabajo de varios años.

Con semejantes antecedentes y utilizando, unas veces, los numerosísimos planos y perfiles mineros de detalle que hemos condensado en los croquis que acompañan a esta Memoria y, otras, los cálculos que, en su tiempo, sirvieron para justificar «preparaciones» y montajes de verdadera envergadura y coste, o para entablar negociaciones sobre la propiedad de unas y otras minas, nos consideramos lo suficientemente documentados para asegurar a cualquier lector de estas líneas sobre la justeza de nuestras inmediatas «Cubicaciones» y «Reservas actuales».

### «Primer Alquife»

Los datos de conjunto más valiosos que sobre esta mina poseemos se refieren a la negociación que, en 1933 y sobre el traspaso de su propiedad, entablaron su dueño, The Alquife Mines, y la Andaluza de Minas como presunto comprador. Por aquella fecha las diferentes estimas que respecto a la cubicación de sus masas de mineral (solamente las de nivel superior a 1.044 m.) defendieron ambas partes, fueron las siguientes:

#### VENDEDOR

Mineral seguro .....	11.000.000	de toneladas
» probable .....	1.000.000	»
» posible .....	2.000.000	»
<i>Total</i> .....	<u>14 000.000</u>	»

#### COMPRADOR

Mineral seguro .....	6.000.000	de toneladas
» probable .....	2.000.000	»
<i>Total</i> .....	<u>8.000.000</u>	»

Tomando por nuestra cuenta el término medio de estos cálculos, indudablemente interesados en sentido opuesto, llegamos a las siguientes cifras:

Mineral seguro .....	8.500.000	toneladas
» probable y posible .....	2.500.000	»
<i>Total</i> .....	<u>11.000.000</u>	»

Restando de estas cifras medias 1.000.000 de toneladas que será aproximadamente la extracción de esta mina desde 1933 a 1946, obtenemos la siguiente «Reserva actual» del grupo:

Mineral seguro .....	7.500.000	toneladas
» probable y posible .....	2.500.000	»
<i>Total</i> .....	<u>10.000.000</u>	»

Para recomponer, partiendo de esta cubicación del día de hoy, la total que tuvo esta zona del criadero en la iniciación de su disfrute, basta con sumarle el tonelaje extraído durante todos los años de su discontinua explotación; éste fué:

De 1900 a 1921 .....	3.800.000	toneladas
De 1921 a 1925 (litigio con el F. C.) ...	0	»
De 1925 a 1936 .....	2.162.000	»
De 1936 a 1940 (guerra civil) ...	0	»
De 1940 a 1947 .....	1.000.000	»
<i>Total</i> .....	<u>6 962.000</u>	»

Vemos, pues, que la «cubicación total» que, sobre el nivel 1.044, tuvo este grupo minero al comienzo de su explotación fué de unos 17.000.000 de toneladas (de ellas 14.500.000 seguras), y que las «reservas actuales» del mismo, sobre la cota 1.044, pueden estimarse en *10.000.000 de toneladas métricas*.

Las perspectivas de ampliación de esta última cifra, y bien sea a niveles inferiores a 1.044 m. o en nuevas metalizaciones existentes fuera del perímetro actual del grupo, no las conceptuamos extraordinarias. Por una parte, es indudable que, al quedar las pizarras de Sierra Nevada muy próximas a las calizas que afloran en el cerro de Alquife y que son la roca madre del criadero, no será extra-



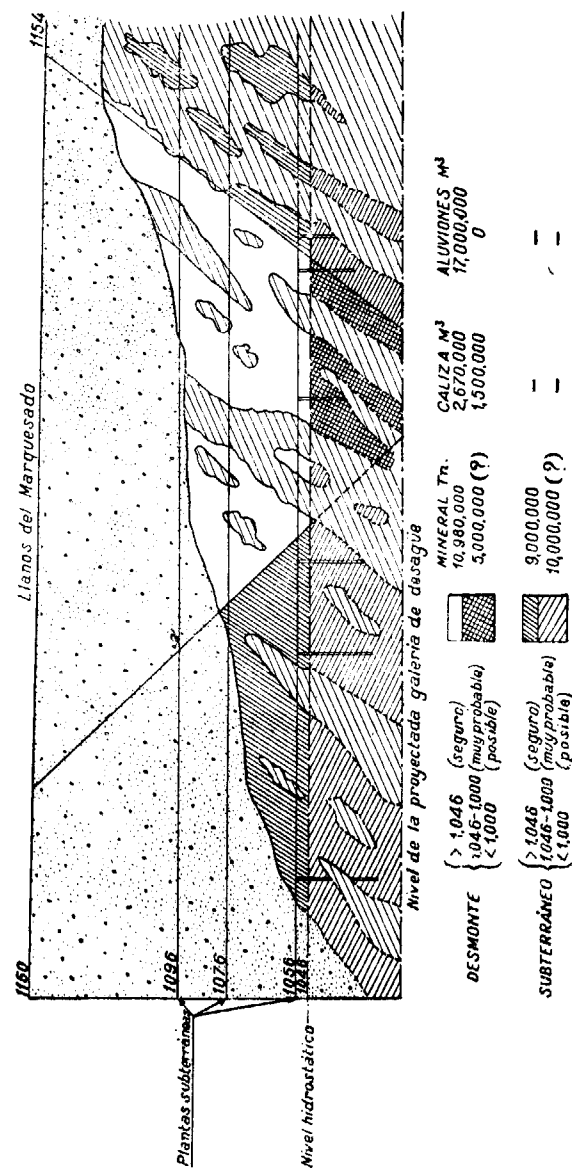
ño el que, no muy por bajo de la cota en que se pararon los cálculos anteriores, se verifique el contacto de la formación caliza con las micacitas del Arcaico o, lo que es lo mismo, que se llegue a una zona absolutamente negativa. Por otra, la marcada tendencia que acusan las calizas positivas a engrosar y extenderse subterráneamente por la zona Norte de la llanura del Marquesado, desmerece la importancia que se haya podido conceder a todas las áreas improductivas del «Primer Alquife» y que no sean las correspondientes a las concesiones «Edward» y «Nicolás» que, aunque lejanas y separadas del grupo central por la propiedad minera del «Segundo Alquife», las consideramos en buena situación.

#### «Minas del Marquesado» o «Segundo Alquife»

Las extensas áreas abarcadas por cada una de sus tres plantas de «explotación» y «preparación» subterráneas (de cotas respectivas 1.096, 1.076 y 1.056 m.), y la densidad y repetición del inmenso retículo explorador que, en ellas, forman los 30 Km. de galería, abiertos en las masas de su metalización y en la caliza de su caja, son la mejor garantía para dar fe de la exactitud de la «cubicación» de esta importantísima parte del criadero de Alquife, o, mejor dicho, de sus macizos comprendidos entre su punto más alto (1.135 m.) y el nivel hidrostático (1.044 m., aproximadamente).

Por otro lado, la estimación del tonelaje que pueden representar las zonas bajas (inferiores a 1.046) de las metalizaciones anteriores la justifican suficientemente el perfecto conocimiento de su plano-límite superior (planta 1.046), y los datos que, sobre la continuidad o esteriliza-

#### ESQUEMA DE CUBICACIÓN DEL SEGUNDO "ALQUIFE"



ción de la riqueza, proporcionan seis sondeos verticales que alcanzaron, poco más o menos, la cota de 1.000 metros.

Con tan numerosos y detallados puntos de apoyo, y con el auxilio de los planos mineros de cada una de las plantas y de los cortes o perfiles, dados de 10 en 10 metros en toda la extensión del yacimiento, se llega con toda facilidad y sin fantasía de ningún género a las siguientes «cubicaciones parciales» propias de cada una de las zonas en que, por su distinto nivel o por su diferente método de explotación, podemos considerarlo dividido idealmente:

Mineral seguro (sobre 1.046) . . . . .	} Desmonte . . . . .	10.980.000 Tn.
		} Subterráneo . . . . .
	Total . . . . .	
Mineral muy probable (entre 1.046 y 1.000) . . . . .	} Desmonte . . . . .	3.000.000 »
		} Subterráneo . . . . .
	Total . . . . .	
Mineral posible (inferior a 1.000) . . . . .	} Desmonte . . . . .	2.000.000 »
		} Subterráneo . . . . .
	Total . . . . .	

Vemos, pues, que el tonelaje total de las metalizaciones del «Segundo Alquife», hasta su cota de 1.000 metros, tiene como *límite mínimo y seguro los 20.000.000 de toneladas*, y como *tope máximo* (tenidos en cuenta los minerales probables y posibles) *los 35.000.000*.

De los 20 millones «seguros», 11 de ellos se explotarán a desmonte y otro tanto ocurrirá con cinco millones de los 15 «probables».

Estas cifras, además de referirse a la potencialidad que tuvo esta parte del yacimiento antes de comenzarse su explotación, pueden ser trasladadas hasta la fecha actual, ya

que de los fuertes volúmenes que representan sólo irán extraídas 1.800.000 Tn. (800.000 por la Cía. Baird Mining y 1.000.000 por la Andaluza de Minas, desde 1934 hasta el día de hoy, 1948).

El adjunto esquema de cubicación es una representación gráfica de lo que, en conjunto y en partes, suponen los cálculos anteriores; aunque dibujado sin escala, da una idea bastante aproximada del reparto de las mineralizaciones y, también, de cuáles de ellas se arrancarán en descubierta y cuáles con labores subterráneas.

Sólo nos resta hacer resaltar que en las cifras que hemos ido fijando, y cuyo volumen total hemos hecho variar entre 20 y 35 millones de toneladas, no han entrado más mineralizaciones que las conocidas y comprendidas en lo que es el perímetro productivo y actual del grupo. La confirmación de las hipótesis sobre su posible y hasta probable prolongación (en planta y en un alzado no demasiado profundo) por debajo de la formación del Marquesado, equivaldría a elevar hasta cifras insospechadas las posibilidades que hemos marcado y a dar un valor efectivo a la periferia de las concesiones que, como las que enumeramos antes, no tienen hoy otro papel que el de precaver una posible repetición de la mineralización.

#### Conjunto del criadero

Sumando las cifras resultantes en uno y otro de los dos grupos mineros que lo explotan, se llega a que *la reserva total del yacimiento de Alquife está comprendida entre un mínimo de 27.500.000 toneladas y un máximo de 45.000.000, nada fantásticos*.

## EXPLORACIONES MINERAS

Si hasta ahora hemos seguido el criterio de ir reseñando aparte e independientemente los datos y cifras referentes a cada una de las dos zonas o explotaciones en que, mineramente, se encuentra dividido el yacimiento de Alquife, con mucha mayor razón tendremos que continuar haciéndolo en este capítulo que ha de versar de dos disfrutes industriales que, aunque asentados en la misma fuente de riqueza, son totalmente independientes y hasta diferentes en su concepción, importancia y porvenir. Mientras el controlado por The Alquife Mines se está desarrollando, desde 1900, en los afloramientos y parte menos profunda de la mineralización y, además, estará hoy en el punto medio de su vida probable (considerada en volumen), el que pertenece a la Andaluza de Minas no ha salido aún de su primera infancia y es sin disputa de una mayor envergadura, posibilidades y porvenir, por lo mismo que comprende las metalizaciones más grandes y se extiende, hasta cierta lejanía, por las zonas más capacitadas de ocultar la formación productiva y, con ella, nuevas masas de mineral de hierro.

Existe además otra razón particular para que, fuese la que fuese nuestra preferencia, nos veamos obligados a



considerar individualmente las actividades de una y otra empresa: ella es que mientras conocemos al detalle todo lo referente a las «Minas del Marquesado» (en las que llevamos ocho años de ejercicio de nuestra profesión) no nos sucede lo mismo con las labores del «Primer Alquife» que solamente hemos visitado a título de buenos vecinos y como simples visitantes.

No extrañará pues a nadie que, no sólo por su mayor importancia, sino por el máximo conocimiento que de ellas poseemos, comencemos y nos extendamos desproporcionadamente reseñando la explotación que, en el «Segundo Alquife», desarrolla la Compañía Andaluza de Minas, S. A.

### LABORES DE LAS «MINAS DEL MARQUESADO»

Antes de entrar de lleno en la descripción del método mixto del laboreo que, desde 1931, está implantado en este grupo, creemos interesante el reconstruir su historia y dar las razones que influyeron en sus actuales propietarios para adoptarlo.

Para ello nos remontaremos a la época en que su dueño y explotador anterior, la Sociedad Baird Mining Co., había dado fin a la gran «preparación» y «presentación» de su trozo de criadero y comenzaba a tantear la dificultosa «explotación» de sus excesivamente voluminosas mineralizaciones, que, sea por lo que sea, siempre contó arrancar en labores casi exclusivamente subterráneas y con un coste obligadamente reducido y proporcionado al escaso valor en venta de los minerales de hierro en cualquier mercado de por aquel entonces.

Que este era su plan general lo pone en evidencia:

- 1.º El constatar que, como medios de extracción, dotó a su campo minero de tres pozos maestros que, convenientemente emplazados y con profundidades respectivas comprendidas entre los 107 y 130 metros, alzaban y servían todo el macizo «preparado» entre su punto más alto (1.135 metros) y su planta inferior, de 1.046 metros de cota.
- 2.º La misma subdivisión en pisos y tramos que, partiendo la vertical, practicó en sus macizos explotables por medio de las plantas generales de 1.096, 1.076 y 1.056 metros y con las ciegas e intermedias (sin empalme con los pozos de extracción) de niveles promediados.
- 3.º El comprobar la naturaleza y características de los motores de las máquinas de extracción de los referidos pozos maestros: alimentados en serie con corriente continua de intensidad fija (100 A.) y voltaje variable (0 a 10.000 V.), eran y son de un tipo indicadísimo para servir, con máquinas sencillas, seguridad y gran regularidad de marcha, una activa extracción subterránea, llegada al cóncavo de los pozos por una o dos de las plantas generales habilitadas de antemano como de «arrastre».

Con semejantes e indudables propósitos, y cuando la Baird Mining Co. comenzaba a intentar la adopción del método de «hundimiento», debió chocarse con la gran dificultad que, para este sistema de laboreo y para las grandes masas de Alquife, representaba la marcada friabilidad del mineral. Esta condición física llegaría a revelar el método probado como peligroso e incompatible con la seguridad del personal y de las labores, o, lo que es lo mismo, como técnicamente inaplicable.

Se considerarían entonces las ventajas e inconvenientes de otros sistemas más perfectos (con rellenos y entibaciones más o menos completas) que, además de muy costo-

sos en una región casi desprovista de madera, exigirían una «mano de obra» abundante y especializada, imposible de reclutar en la zona aislada, poco poblada y esencialmente agrícola que era y es Alquife y su campo.

Todas estas razones (elevado precio de coste de extracción, dificultades técnicas de explotación y defectuosa calidad física del mineral) debieron intervenir considerablemente en la decisión que en 1929 tomó la Baird Mining Co. sobre el traspaso a la Compañía Andaluza de Minas, S. A., de un negocio tan seriamente montado y asegurado por un tonelaje tan importante.

\* \* \*

Después de un profundo estudio del yacimiento y de las condiciones locales o generales capaces de intervenir en su valoración efectiva, la CAM decidió que lo más indicado era el montar la explotación a cielo-abierto de algo más de la mitad de su criadero, y el abandonar, para lo restante, el método de explotación subterránea «por hundimiento», sustituyéndolo por el de «franjas horizontales» con frentes reducidos y rellenos completos.

Conforme con tal idea proyectó el siguiente programa:

1.º El montaje de una «corta» o «desmonte» sobre la parte central del yacimiento (unos 12.000.000 de Tn. de mineral) con la consiguiente extracción de veinte millones de metros cúbicos de estériles (aluviones y caliza).

2.º El montaje subterráneo de la explotación de todas las demás masas aisladas y periféricas, que, de extensiones y formas variables e irregulares, hubiera sido antieconómico el arrancar en «desmonte» (en total unos 10 millones de toneladas de mineral).

Este cambio radical de la forma de considerar el pro-

blema de esta mina trajo como consecuencia el abandono de ciertas partes de la instalación antigua, ya sin objeto, y la creación de otras nuevas adecuadas al servicio de la gran cantera que había de sacarse a la superficie y que pasamos a diseñar.

### Labor en «desmonte»

Comenzaremos por exponer que, dada la importancia de los volúmenes a arrancar y extraer de una excavación de extensión superficial superior a 30 Ha. y de una profundidad de más de 100 metros, las nuevas instalaciones que tuvieron que proyectarse para el servicio y ataque de semejante labor fueron obligadamente muy potentes y de una gran capacidad. Fué así como la CAM llegó a inspirarse en los grandes «desmontes» americanos y a establecer un programa de explotación bajo la idea de una mecanización muy completa y totalmente moderna.

Este programa, que fué atacado en 1931, suponía el empleo de dos excavadoras eléctricas de 100 Tn. (cucharas de 2 m.<sup>3</sup>) y la adopción de un sistema de extracción servido por ocho vagones autobasculadores de gran capacidad (25 Tn. de carga útil por vagón), accionados eléctricamente sobre una red de vías anchas, y dirigidos a distancia por un solo operador situado en un puesto central de control y mando.

Equipado en esta forma, el desmonte pudo extraer en un solo año normal (1935) y trabajando a tres turnos de 50 hombres, un volumen muy próximo a 1.000.000 de m.<sup>3</sup> de estériles, que fueron elevados de una profundi-

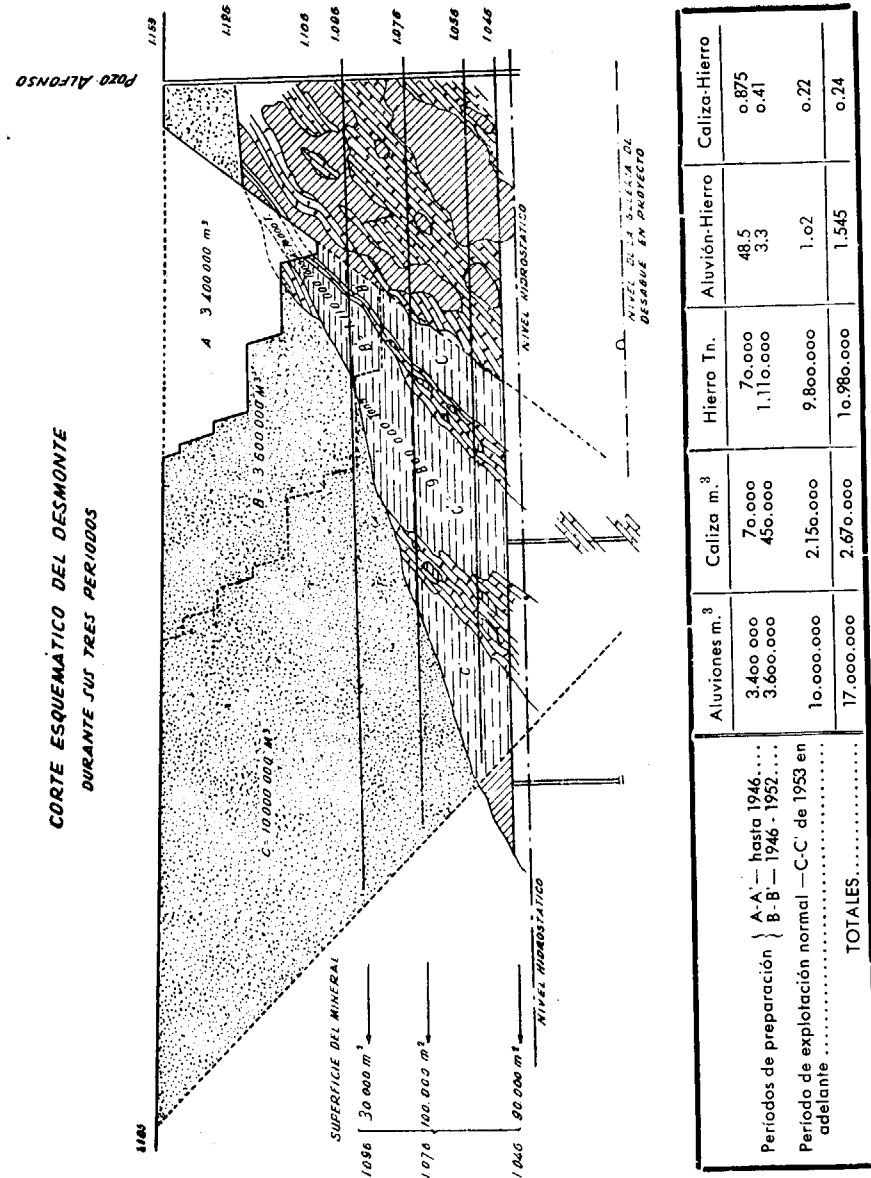
dad de 60 metros y transportados a una distancia superior a 1.500.

Dada la forma del yacimiento, el haber procedido desde un principio a extraer los estériles correspondientes al total de la extensión superficial del «desmonte» que se proyectaba, hubiera supuesto alejar hasta una fecha demasiado larga el momento de contar con una producción no subterránea. Por ello, y muy razonablemente, se dividió el conjunto de tan gran labor en tres períodos o momentos independientes y sucesivos: el primero, en vías de terminación en la hora actual, tuvo que limitarse a atacar la excavación de un área reducida y localizada en la zona o punto más alto del criadero, y donde el mineral habría de alcanzarse con cierta rapidez de tiempo y trabajo.

La segunda etapa, precisamente la que ha de atacarse durante 1948, consistirá en el ensanchamiento de la excavación abierta durante la primera (ya casi terminada), y su desarrollo permitirá la apertura de nuevas canteras productivas con que se irán reemplazando las correspondientes al primer tiempo, que, debido a la inclinación de seguridad del talud común en todo el «desmonte», van disminuyendo progresivamente de superficie a cada franja o escalón alcanzado, y, como consecuencia de ello, descubriendo áreas mineralizadas cada vez más chicas e insuficientes para hacer posible el desarrollo de extensos y duraderos frentes de arranque.

El tercer tiempo será con relación al segundo lo que éste al primero, y su ataque habrá de comenzarse, por las mismas razones que acabamos de exponer, en 1953, o sea bastante antes de que se llegue al agotamiento del campo de arranque proporcionado por el segundo período.

Claro es que el decalaje de tiempo con que deben sucederse las iniciaciones de estos tres «momentos» será





sólo obligado si, como es el caso de la CAM, hay decidido propósito de no paralizar la producción de mineral de exterior, que es lo que llegaría a suceder si, para comenzar una etapa, se esperase a tener agotado el campo productivo de la anterior.

\* \* \*

El adjunto «corte esquemático del desmonte, durante sus tres períodos», y el cuadro volumétrico que le acompaña hablan más claro que toda la exposición anterior. En el primero están representados gráficamente los tres «momentos» de esta gran labor, y anotadas al margen quedan las superficies mineralizadas en cada uno de los planos por los que las plantas que dió Baird Mining cortan el conjunto de la metalización.

En el cuadro de volúmenes constan los correspondientes, en cada etapa, a los aluviones, la caliza y el hierro, y en sus dos últimas columnas figuran los «coeficientes de desmonte» de cada una de ellas y, como más real y expresivo, el propio y medio de todo el trabajo.

Si estos «coeficientes de desmonte» pudieran parecer elevadísimos y, naturalmente, antieconómicos durante el primer período (49,375 m.<sup>3</sup> de aluviones y de caliza por cada tonelada de mineral), ya se ve que tal relación es solamente momentánea y que se rebajará a 3,71 en la segunda etapa y a 1,24 en la tercera, quedando finalmente en la prudente media proporcional de 1,785 (1,545 por los aluviones y 0,24 por la caliza), que es la que marca la realidad de la totalidad del «desmonte».

\* \* \*

No entra en nuestros cálculos el describir detenidamente la moderna y casi completa mecanización de este trabajo a la «americana», pero sí el hacer resaltar cuantos datos prácticos, referentes al montaje y funcionamiento de tan importante labor, den una idea general de su capacidad, elasticidad y reducido coste.

### Extensión, forma y límites

En la superficie del terreno el área a «descubrir» será muy próxima a la de 30 Ha., mientras que la que liberará su última grada o franja (coincidente con el nivel hidrostático de 1.046 m.) quedará reducida a 12.

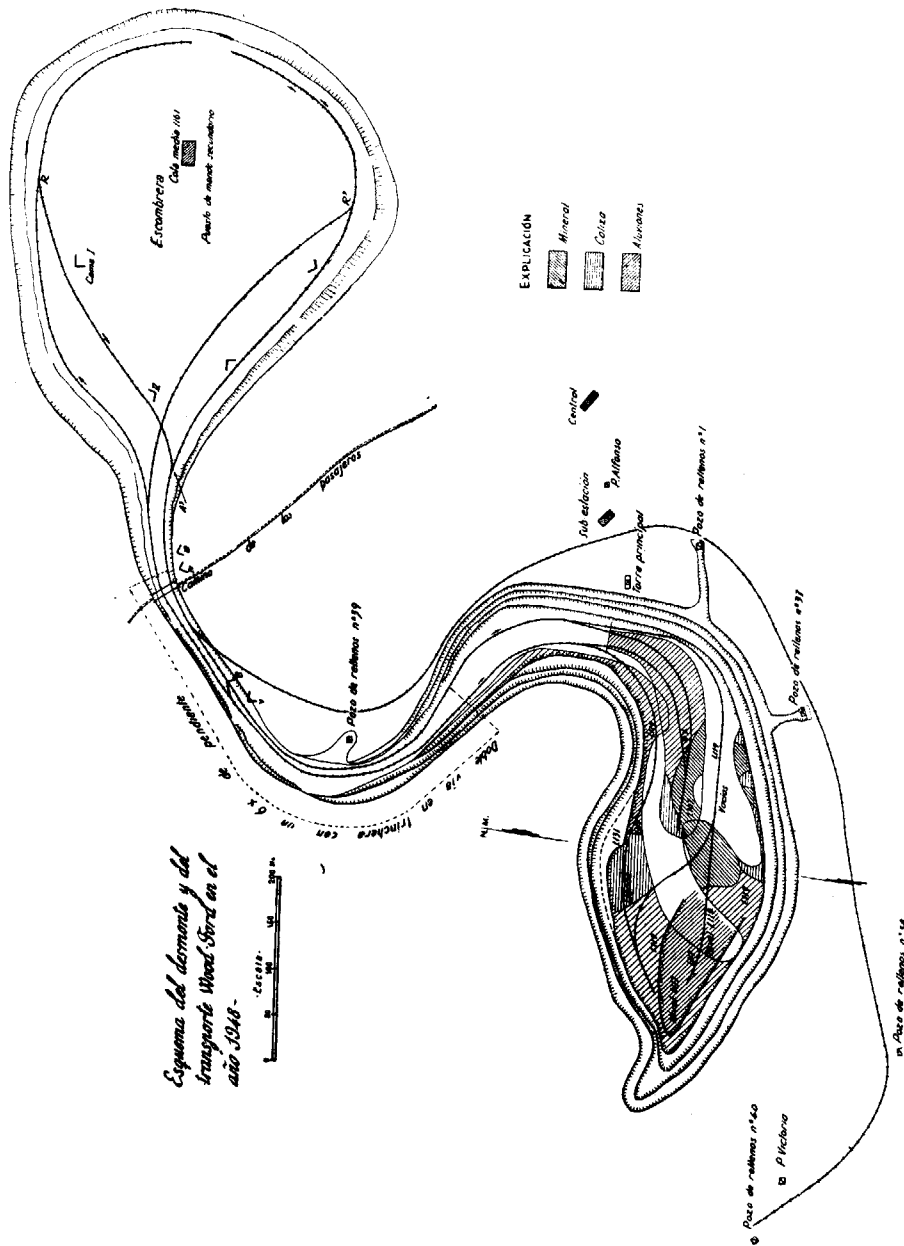
La inclinación de sus paramentos (formados por franjas verticales de 12 m. de altura con andenes de 10) se ha fijado en 45° para los aluviones y en 52° para la caliza y el mineral duro.

El volumen total de estériles a extraer (hasta 1.046) será muy próximo a 20.000.000 de m.<sup>3</sup> (de ellos 17.000.000 de aluviones y 2.670.000 de caliza) y el del mineral correspondiente será el equivalente a 11.000.000 de Tn. métricas.

Esta inmensa excavación, en forma de embudo, se practicará progresivamente por gradas o escalones de 12 m. de altura, tanto en el mineral como en los estériles. Su desarrollo constará de los tres tiempos o períodos de los que ya hemos justificado su porqué y sus oportunos momentos de ataque.

### Material a desmontar

Aluviones terciarios y cuaternarios poco cimentados y formados por cantos rodados de micacitas y trozos de



cuarzo de aristas vivas, estratificados, en conjunto, en lechos horizontales y paralelos.

### Plan de arranque

Este se realizará en los tramos o gradas de 12 m. de altura a que acabamos de referirnos. Cada tramo en trabajo (uno en mineral y otro en estéril) dispondrá de una excavadora mecánica que cargará directamente en vagones de gran capacidad, tipo único y accionamiento eléctrico.

### Excavadoras

Las dos que existen en el «desmonte» son de marca «Bucyrus» (tipo 75-B), van montadas sobre orugas, tienen cucharas de 2 m.<sup>3</sup> de capacidad y están accionadas por un grupo «Ward-Leonard» de 125 KW., de corriente trifásica a 2.300 V.

El trabajo en los aluviones lo realizan estas excavadoras sin ayuda de ningún explosivo, o lo que es lo mismo, atacando el frente directamente. Debido a ello el desgaste de los dientes es considerable (rocas con cuarzo) y se calcula que la duración de un juego de buen acero es de 40 a 50.000 m.<sup>3</sup> de arranque.

### Transporte desde el «desmonte» hasta depósito general de boca-mina o hasta escambrera

Tanto el mineral como la caliza y los aluviones arrancados en las canteras de la «corta» son transportados, el primero al depósito de mineral «bruto» de la instalación de

clasificación y estrío de toda la mina y los demás a la escombrera, por medio de ocho vagones especialmente estudiados para permitir un gran rendimiento de las excavadoras y facilitar la descarga en el vaciadero.

Son de construcción «Western», de dos «bogies», 1,44 m. de anchura de carril y descargables por basculación lateral de doble sentido impulsada por aire comprimido. Sus puertas laterales se rebaten automáticamente en el momento que el vagón ha iniciado su descarga, protegiendo así al chasis rodante y haciendo de rampa de caída de los materiales transportados.

La superficie interior de sus cajas de acero es de 18 m.<sup>2</sup> y su capacidad de carga de unos 14 m.<sup>3</sup>, lo que, en peso, viene a traducirse en unas 22 Tn. de estériles y en 27 ó 28 de mineral; su peso en vacío es de 24 Tn.

En uno de sus «bogies» van montados dos motores acorazados de corriente continua a 250 V., que desarrollan, cada uno, una potencia de 75 C. V. con 410 rev/min. de régimen. La toma de corriente se realiza por intermedio de unas zapatillas laterales y rastreras que se deslizan sobre un tercer carril también lateral; para el retorno de la corriente sirven los dos carriles de la vía de transporte.

La velocidad de marcha de estos ocho vagones eléctricos es de 20 Km/h. en llano, y de 10 Km/h. en pendiente del 6 %.

### Escombrera

La ligerísima pendiente que presenta el terreno elegido para su emplazamiento, unida a la máxima de sentido contrario del 6 % admitida por la potencia de los vagones, representa el ganar 8 m. de altura por cada 100 de recorrido

de la vía. En esta forma, la superficie que abarcarán los 20.000.000 de toneladas de estériles será de unas 70 Ha., llegando a ser de 50 m. la mayor altura de descarga que se conseguirá, con el tiempo, en el extremo de la escombrera. La altura media de tan ingente depósito artificial puede calcularse en unos 30 metros.

### Capacidad productiva

Los años de funcionamiento de esta labor han demostrado plenamente que su capacidad de trabajo es:

Por hora .....	150 m. <sup>3</sup>
Por año .....	600.000 »

Estas cifras han correspondido al primer período, casi terminado, de su escalonado desarrollo. Durante el segundo y el tercero, con mayores producciones de mineral y de caliza y con arrastres algo más largos, se prevé una extracción anual de:

400.000 ó 500.000 m.<sup>3</sup> de estériles, y  
300.000 toneladas de mineral

### Solución adoptada para la salida de productos y su descarga

Por medio de una doble vía, que partiendo del borde superficial de la «corta» vaya profundizando en ella y elevándose sobre el terraplén de escombros, con una pendiente del 6 %.



### Esquema de marcha

Estando divididas las vías en secciones controladas desde tres puestos de mando de emplazamiento escogido, y pudiendo, desde estos controles, enviar a ellas corrientes de diferente voltaje, la marcha o el frenado del material móvil se realiza de forma casi automática. Un órgano llamado «selector», colocado sobre cada uno de los chasis de los vagones, sirve para admitir en los motores o en los electro-frenos de los mismos, y según los casos, una u otra corriente, y, como consecuencia, arrancarlo, hacerlo andar con velocidad normal, frenarlo paulatinamente o, como fin, pararlo.

En esencia, este «selector» no es más que un simple conmutador accionado por el núcleo de un electro-imán activado por la corriente que, desde los puestos o torres de control, se manda hacia los motores de movimiento o hacia los electro-frenos. Su bobina está calculada para que el núcleo del mecanismo quede atraído cuando la recorre una corriente de voltaje superior a 150 V., y se suelte con las de menor tensión eléctrica.

Creemos haber puesto en claro que bastará variar la tensión de la corriente enviada al tercer carril conductor para hacer variar la marcha del vagón que, en ese momento, esté sobre la sección accionada. Este frenará con voltajes comprendidos entre 0 y 150 V. y arrancará o marchará con los mayores de 150 y menores de 250.

### Potencia absorbida por un vagón

Marcha en vacío y en llano .....	20 KW.
Arranque en vacío y en llano .....	100 »
Marcha en carga y en llano .....	26 »
Marcha en carga y en rampa (6 %) .....	120 »
Arranque en carga y en rampa (6 %) .....	130 »

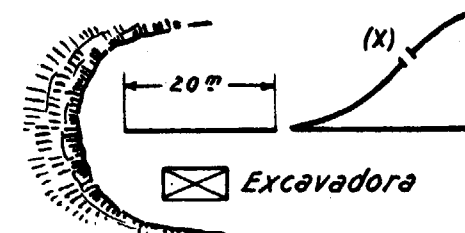
### Tiempo medio de la carga de un vagón

230" para las ocho cucharadas que completan la capacidad práctica de los vagones.

### Tiempo de permanencia de los vagones bajo la excavadora

En retirar el vagón lleno .....	25"
En traer el vagón vacío .....	30"
En cargar el vagón (ocho cucharadas) ....	230"

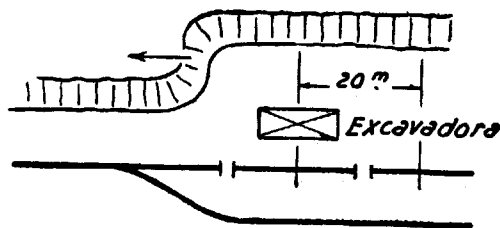
El llegar, en el caso ideal, a no perder ni un segundo en las marchas y contramarchas del material móvil en las



proximidades de las excavadoras, sólo se conseguiría reduciendo al mínimo (20 m.) la longitud del trozo de vía que necesariamente ha de quedar en fondo de saco, y

aproximando lo más posible el corte (X) del imprescindible cambio de vía.

Esta solución es, en la práctica, imposible, ya que el volumen que corresponde a un avance de 20 m. es de



8.000 m.<sup>3</sup>, lo que, traducido a tiempo, representa 50 horas de trabajo.

El aproximarse lo más posible a la solución ideal señalada, medio se consigue prácticamente desplazando muy a menudo el cambio (X).

En trabajos cuya vía pase normal a las gradas de arranque se suprimen todas las pérdidas de tiempo adoptando la disposición indicada en el croquis adjunto.

#### Tiempo de descarga de los vagones

Ya se ha hecho constar que la descarga (basculante a derecha e izquierda) se realiza por medio de la inyección de aire comprimido (a 7 Kg. de presión) en dos cilindros portados al efecto por los chasis de los vagones.

El tiempo empleado en el empalme manual de la manguera del aire y en que la caja bascule hasta el extremo de su carrera oscilante, puede fijarse en 13".

#### Torres de mando

Son los cerebros de toda la instalación y constan de:

Un cuadro con barras conductoras de corriente continua a 250 V.

Tantos contactores eléctricos como número de secciones posee la vía.

Igual número de resistencias de reóstato y de otros tantos «controlers» que, por medio de «relais», accionan sobre los contactores del cuadro.

Su acción directa sobre toda la red de transporte (incluidas en ésta las vías auxiliares para el servicio de los pozos de relleno de la explotación subterránea y la que termina en los talleres mecánicos y eléctricos de reparación) la realizan, por medio de los contactores y «controlers», enviando corrientes a las secciones, unas veces directamente y otras con la inclusión, en el circuito, de resistencias capaces de variar su voltaje.

En el primer caso, las secciones quedan electrificadas a 250 voltios, o sea a la tensión normal de marcha; en el segundo, según sean las posiciones de las palancas de mando de los «controlers», las resistencias metidas en el circuito harán variar la tensión de la corriente de alimentación dándole, según los casos, 85-115-135-175 y 215 voltios. Las dos últimas cifras corresponden a tensiones sucesivas de arranque y las demás al frenado potente, medio y suave.

### Longitud de las secciones de vía

La que se aconseja para el buen funcionamiento de toda la instalación es cualquiera comprendida entre 250 y 500 metros.

### Resultados obtenidos

Ya hemos dicho que en un relevo completo (ocho horas) se extraen sin dificultad 1.200 m.<sup>3</sup> de productos.

Esta labor se realiza solamente con cinco hombres; de ellos, uno, en la excavadora, otro en la descarga por aire comprimido, dos en los puestos de control y el último en la vía.

Contando, además, para la vigilancia, prolongación y traslado lateral de las vías, con un equipo de ocho hombres (ayudados mecánicamente por una máquina «ripadora» de mano), se llega a la conclusión de que son suficientes 12 ó 13 hombres y ocho horas de tiempo para conseguir el arranque, transporte y descarga de 12.000 metros cúbicos del material dado por el «desmonte».

### Energía gastada por tonelada y diez metros de desnivel

Unos 0,20 KWh.

Para la mejor utilización de la energía eléctrica producida en los dos saltos de agua que, en plena Sierra Nevada, posee la CAM. es natural que se tienda a aprovechar al máximo las épocas de agua abundante y a reducir,

por el contrario, el ritmo del trabajo en «desmonte» durante los dos estiajes que en el año se dejan sentir en toda la región directamente dependiente, en este aspecto, de las nieves almacenadas en la sierra.

En pleno estiaje, a pesar de la ayuda conseguida de la Sociedad Hidroeléctrica del Chorro (antes Fuerzas y Riegos del Valle de Lecrín), es necesario recurrir a añadir al circuito alimentador el aporte suministrado térmicamente por un alternador de 180 KW., accionado por un motor «Diesel» de 300 C. V. Esta instalación de reserva se utiliza también, en las épocas de agua, cuando el ritmo de la explotación provoca unos máximos de potencia excesivamente elevados para la energía hidroeléctrica disponible.

### Explotación subterránea

Las mineralizaciones no comprendidas dentro de la zona que se consideró explotable a cielo-abierto forman, por regla general, distritos o cuarteles independientes, capaces, cada uno, de constituir una explotación individualizada, y que, según su distinto emplazamiento alrededor de la «Masa Principal» reciben los nombres de «Extremo-Oeste», «Oeste», «Fortuna», «Alfonso» y «Norte».

Sus masas respectivas y secundarias poseen formas y dimensiones diferentes e irregulares: la del «Extremo-Oeste», por ejemplo, se extiende por una superficie circular, próxima a dos hectáreas, rodeada y recubierta de aluviones; por el contrario, «Alfonso» es un distrito largo y estrecho, con hastiales calizos y aspecto y marcha casi filonianos.



### Métodos de explotación

Fracasados los métodos de «hundimiento», bien por la inconsistencia del mineral o la de sus hastiales, el sistema de explotación que adoptó la CAM fué el de «franjas horizontales con rellenos completos».

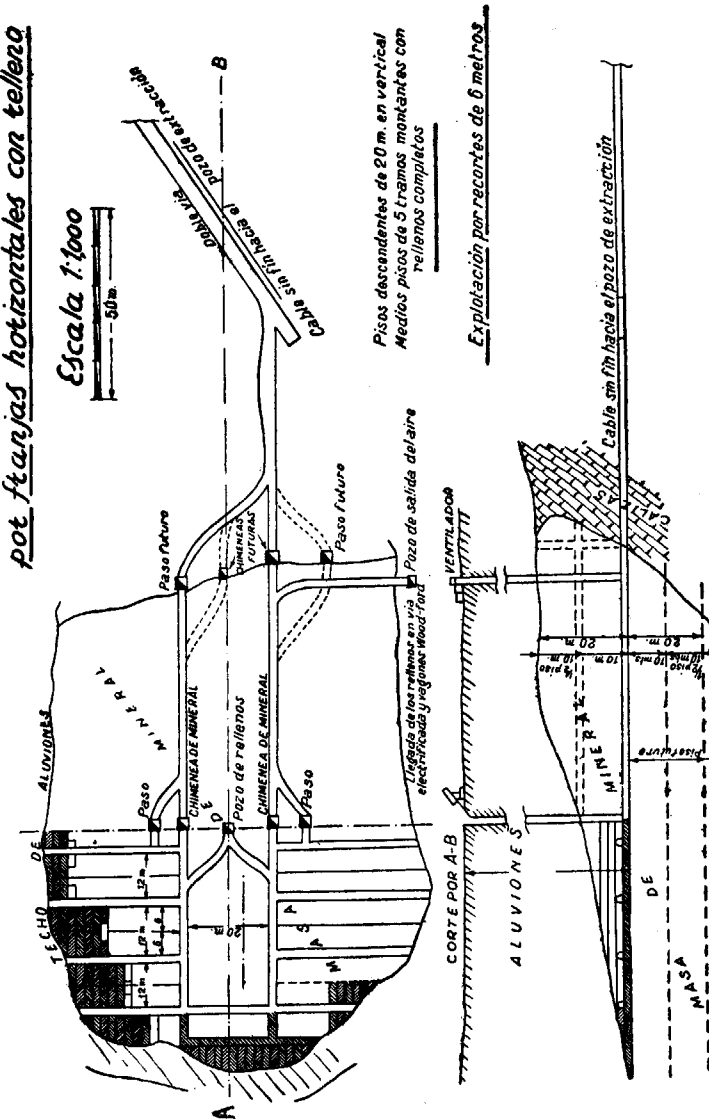
Dentro de él y para huir de los peligrosos frentes de arranque de ancho excesivo, los tajos iniciados desde las «galerías de trazado» son simples y estrechos recortes de escasa longitud, bien fortificados con madera y seguidos de un inmediato relleno.

La sola particularidad introducida a este método en «Minas del Marquesado» es la utilización de los aluviones del recubrimiento del criadero como material de relleno. Formados de una mezcla homogénea de cantos rodados de pizarra y cuarzo con arenas silíceas, una vez colocados y «cargados» por la presión subterránea de toda mina en arranque, disminuyen escasamente de volumen, constituyendo por ello un relleno muy conveniente, que se comporta en forma similar al «hidráulico». Desgraciadamente, al no tener consistencia suficiente para presentar paramentos verticales, son obligadamente sostenidos en esta forma con ayuda de telas metálicas que los rodean, formando unos «gabiones» especiales sin piso ni techo.

Las «franjas» son de 2,00 m. de altura; la reunión vertical de cinco de ellas constituye un «piso», y la explotación normal de cualquier distrito se realiza por «pisos descendentes» y «franjas montantes».

El arranque se hace, según la naturaleza del mineral, con martillos perforadores o picadores; el todo-uno obtenido se carga a pala y en los mismos frentes sobre vagone-

*Esquema del método de explotación por franjas horizontales con tellera*



tas de mina que, sin salirse del nivel de la «franja», lo conducen hasta uno o varios pocillos o coladeros, por que desciende a la «planta general del transporte interior».

Por su parte, el relleno es introducido desde la superficie por medio de grandes pozos habilitados especialmente para este servicio en forma tal que, con pocos arrastres, surtan todos los distritos y puedan descargar en todos los niveles de las «franjas» en disfrute. Una vez en éstas, su transporte hasta los puntos de su utilización se realiza en vagonetas de mina y, por fin, su colocación se efectúa a pala.

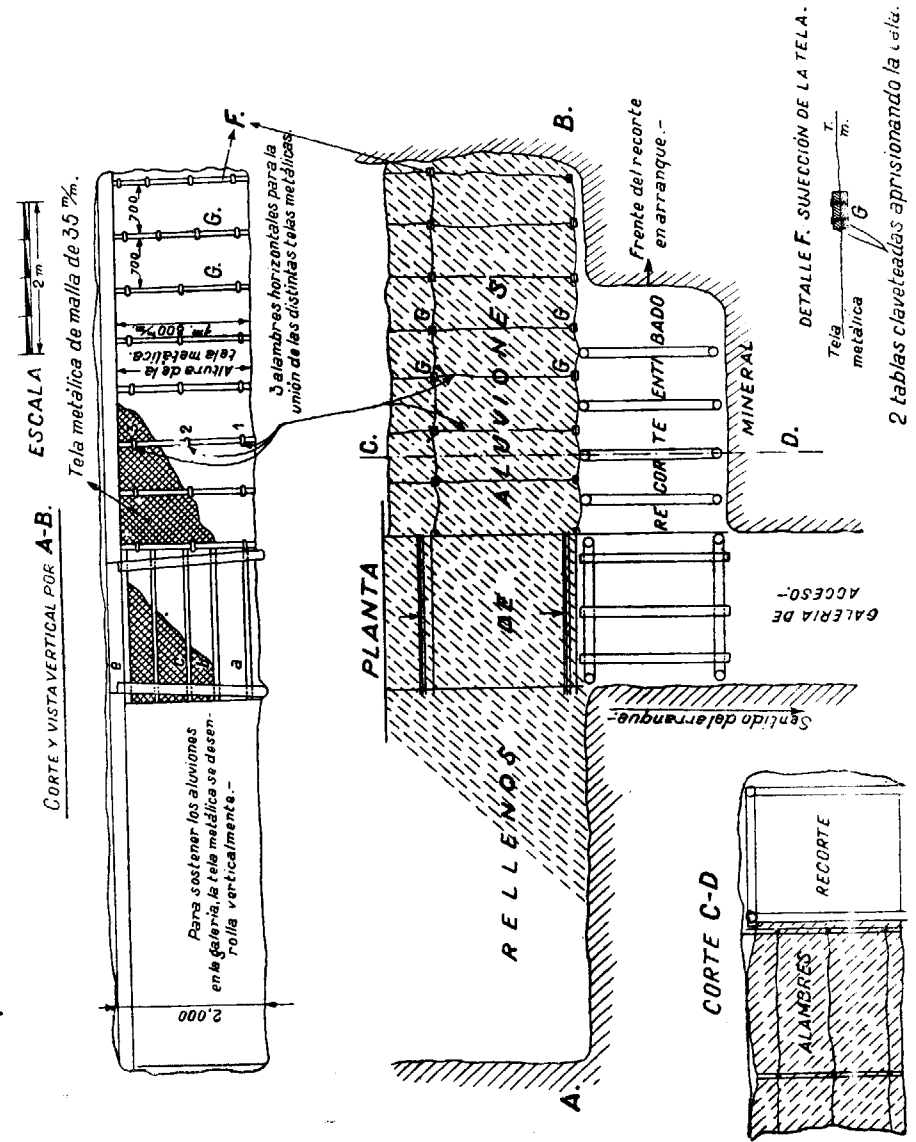
Goza pues cada distrito de independencia absoluta, tanto para la evacuación de sus minerales como para su alimentación en rellenos.

Del trazado preliminar de las galerías de «preparación», y del posterior y definitivo arranque de uno cualquiera de los distritos o cuarteles de la mina, da suficiente idea el adjunto croquis sobre el método de «franjas horizontales con relleno completo». El detalle de la forma especial de colocarse y sostenerse los rellenos lo figuramos en dibujo aparte y posterior al croquis a que acabamos de referirnos.

#### Antiguo método de explotación por «hundimiento», abandonado por la CAM

Fué el que intentó adoptar sin éxito la Sdad. Baird Mining, y el que la CAM sustituyó por el que acabamos de diseñar de «franjas horizontales». Aunque fracasado y desechado por los actuales explotadores, por resultar peligroso en unas masas tan potentes y tan blandas como la generalidad de las de «Minas del Marquesado», lo

#### Croquis del sistema de relleno y de su sostenimiento con tela metálica.



consideramos suficientemente interesante como para dar de él una ligera referencia:

Consistía, como primera providencia, en preparar, en la parte más alta de cualquier mineralización (o sea en su contacto con la recubierta aluvionar), una primera franja de explotación en la que el arranque se hacía por recortes en retirada, sobre los que, uno a uno y ya vacíos, se iba provocando la caída de los aluviones del techo. Además del entibado completo, que por sí sola exigía la explotación de esta primera franja horizontal, en su suelo había de prepararse un tablero especial (de madera fuerte y muy unida) destinado a servir de techo de la franja inmediatamente inferior.

De esta forma descendente, por franjas sucesivas de dos metros de altura, y utilizando siempre los fuertes tableros que, después de servir de techo de una franja, había que destruir (recuperando una parte de su madera) para provocar el hundimiento de todo el relleno aluvionar sostenido artificialmente hasta ese momento, se fué explotando en tres zonas del yacimiento:

En el distrito «Alfonso» y sobre una superficie de 40 por 40 metros, se llegaron a arrancar, con dificultades y peligros crecientes, tres franjas en las que, a pesar de la naturaleza rocosa del mineral, hubo que abandonar algunos pilares.

En «Fortuna», donde la compacidad extraordinaria de los aluviones, que en aquella zona recubría a la mineralización, hizo totalmente imposible su escalonado y progresivo hundimiento, ocasionando con ello un enorme y peligroso vacío que hizo paralizar su explotación; y

En la parte más alta de la «Masa Norte», con una superficie de 80 × 50 metros. El nuevo fracaso del método se debió, en este caso, a la naturaleza pulverulenta y me-

nuda del mineral del distrito, que hizo, ya en el cuarto o quinto recorte longitudinal de la primera franja, que la presión del terreno se transmitiese con tal empuje que, a pesar del tablero defensor, fué inútil todo intento de conservar en pie las mismas galerías de acceso y arrastre de la iniciada explotación.

Estas tres pruebas representaron, para el yacimiento del Marquesado al menos, el fracaso definitivo y total de este peligroso y hasta antieconómico sistema, que, además de abandonar obligadamente bastante mineral, se acreditó como sencillamente inaplicable en cuanto se pasaba de la cuarta o quinta franja, aun en las masas de minerales duros y rocosos.

El tremendo peso de la formación aluvionar que recubre el criadero, con sus 50 metros de altura sobre «Alfonso» y con más de 80 sobre la «Masa Norte», era una carga demasiado elevada para ser sostenida con entibaciones y entablerados de madera.

#### **Transporte general del interior**

Contrariamente a lo que hasta ahora ha ido marcando el funcionamiento independiente de cada uno de los distritos subterráneos, para el transporte desde ellos al cóncavo único del pozo de extracción y para el inverso seguido por el material de relleno, existe una organización central de estos servicios.

El principal elemento del subterráneo es un tren de arrastre, constituido por un cable sin fin suspendido, que atraviesa, de Este a Oeste, todo el yacimiento y sirve de colector general de todo el mineral. Con su longitud de



800 metros y su velocidad de 0,90 metros por segundo tiene capacidad de 200 toneladas por hora.

A esta vía general y mecanizada vienen a parar las secundarias, procedentes de cada uno de los distritos, en las que los arrastres se realizan bien con tracción animal, bien con cables similares al anterior, o bien (cuando hay que salvar alguna diferencia de altura) con planos inclinados automotores.

Las vagonetas de mina son de caja rectangular de 500 litros de capacidad; la vía, para su circulación, tiene 0,60 metros entre carriles y, de éstos, se suele gastar el tipo de 12 kilogramos por metro.

Por su parte, la centralización de los servicios de arrastre del material de relleno no es sino una derivación de la vía general del «desmonte», que llega, desde las gradas de éste, a las bocas de todos los pozos de relleno en que, con aire comprimido, se realiza la descarga automática de los vagones «Western» del transporte «Woodford».

### Extracción

A pesar de que la arteria general del transporte interior se extiende en la planta 1.056, el pozo de extracción se hunde hasta la cota 1.046 que sirvió, en otro tiempo, para el desarrollo de la investigación en planta y más profunda de todo el yacimiento y que si no fué dedicada a llenar el papel asignado a la 1.056 se debe a que las oscilaciones (1.041 a 1.052 m.) periódicas del nivel hidrostático la han tenido sumergida en agua durante años completos.

La extracción se verifica únicamente por el pozo «Alfonso» que, emplazado en la extremidad Este del yaci-

miento, se comunica interiormente con el auxiliar llamado «Victoria», perforado en el extremo opuesto.

Ambos pozos están revestidos de hormigón en toda su altura (107 m. en «Alfonso» y 125 en «Victoria»); tienen sección elíptica de  $3 \times 5$  m., jaulas metálicas de una sola planta, capaces de portar dos vagonetas de mina, y cables redondos, de acero, de 32 milímetros.

Sus máquinas de extracción, de 150 C. V., poseen motores eléctricos excitados en serie con corriente continua de intensidad fija (100 amperios) y voltaje variable (0 a 10.000 voltios). En estas máquinas, las variaciones de velocidad y los cambios del sentido de la marcha quedan regularizados automáticamente por una sencilla transmisión mecánica, que actúa y modifica, desplazándolo, el ángulo de acuñación de las escobillas sobre sus colectores. Su velocidad máxima es de 3,5 metros por segundo.

A su salida del pozo, las vagonetas son recogidas y elevadas, por una cadena rastrera en pendiente de  $30^\circ$ , hasta la plataforma de descarga de la instalación de «Clasificación y Estrío»; basculadas en ella y una vez vacías vuelven al circuito general de extracción por una vía de suave desnivel, en la que se deslizan a efectos de su peso propio.

\* \* \*

Antiguamente, cuando Baird Mining comenzó el disfrute exclusivamente subterráneo de toda la cubicación de su yacimiento, existió un tercer pozo-maestro llamado «Cristina» que, con su emplazamiento intermedio entre el «Alfonso» y el «Victoria», y con sus 118 metros de profundidad, fué perforado dentro de la «Masa Principal» del criadero. Desmontado y anulado por la C. A. de M. al

cambiar el sistema y hasta el concepto de toda la explotación, no resta de él, en esta fecha, más que el revestimiento profundo y relleno de su tiro, pues hasta sus primeros 45 metros han sido arrancados como simples estériles durante el casi terminado primer «tiempo» del «desmonte» en ejecución.

#### **Datos estadísticos y exclusivos de la explotación subterránea**

##### **EXPLOSIVOS:**

El consumo de dinamita (del 25 % de nitroglicerina) por tonelada de mineral subterráneo queda muy próximo a 100 gramos.

##### **ENTIBACIÓN:**

El pino y el chopo son casi las únicas maderas utilizadas en la fortificación de las labores subterráneas; el primero exclusivamente en forma de rollizos y el segundo de igual manera o hecho tablas de 3 cm. de grueso. De las dos clases de pies derechos que se indican, y a causa de su menor precio, los de chopo se gastan preferentemente en aquellos trabajos en que se prevé el abandono total o parcial de la entibación.

El consumo total de madera por tonelada subterránea, es de unos 0,40 metros de rollizo y otro tanto de tabla.

Excepcionalmente, y sólo en las galerías de arrastre de los distritos muy blandos o excesivamente cargados, se procura sustituir la entibación corriente, a base de madera, por otra constituida por cuadros metálicos formados, total o parcialmente, de trozos de carril de mediano perfil o por cuadros especiales (sistema «Clemens») muy elás-

ticos que se deforman considerablemente, a efectos de la presión, sin llegar a romperse.

Se hace constar que siendo generalmente blandos los minerales del yacimiento y muy sueltos e inconsistentes los terrenos que lo recubren, los empujes subterráneos suelen ser de verdadera consideración, por lo que, para contrarrestar su efecto, no hay más remedio que llevar una entibación completa y bastante densa.

Por la misma causa suele ser muy rápida la transmisión, hasta la superficie, de los hundimientos provocados en las labores al reducirse de volumen, al poco de ser colocados, sus rellenos. Tal inconveniente tiene escasa importancia en el «Marquesado», tanto por el poco valor de sus tierras y cultivos, como por la marcada escasez de su régimen de lluvias.

##### **CONSUMO DE ENERGÍA:**

El total, de unos 5 KWh. por tonelada subterránea extraída, se reparte, por servicios, como sigue: 2,5 KWh. por aire comprimido; 1,0 KWh. en ventilación; 0,5 KWh. en la extracción y 1,0 KWh. entre arrastre interior y exterior (sin el «desmonte»), clasificación y varios.

##### **RELLENOS:**

La tela metálica consumida en el sostenimiento de los rellenos introducidos en las labores subterráneas, llega a 1/2 m.<sup>2</sup> por m.<sup>3</sup> de relleno colocado.

##### **RENDIMIENTO INTERIOR:**

En los minerales blandos, la tarea normal de un equipo de arranque, compuesto de un picador a martillo (no perforador) y de dos cargadores de vagones es de 30 toneladas por jornada.

En los minerales duros que exigen el empleo de explosivos, un equipo perforador (un martillero y un ayudante) alimenta a cuatro cargadores, y la producción por jornada del conjunto de estos seis hombres es de 60 toneladas.

El rendimiento interior, por jornal y 8 horas de trabajo, es de unas 2,25 toneladas, y el de interior y exterior (salvo servicios generales y, desde luego, sin que en él entre para nada todo lo referente al «desmonte») es de 1,90 toneladas.

### **Instalaciones exteriores y auxiliares del «desmonte» y de la explotación subterránea**

#### **ELECTRICIDAD:**

La mayor parte de la energía consumida en todas las instalaciones interiores y exteriores (incluido el «desmonte») de «Minas del Marquesado», es la producida eléctricamente en los dos aprovechamientos hidroeléctricos que la CAM posee en Sierra Nevada, a 10 kilómetros de su establecimiento minero. El de Alhorí tiene 112 metros de altura y un gasto máximo de 500 l/seg. (120 de mínimo y 275 de media); el de Sabinar aprovecha un desnivel de 210 metros y, en época de aguas, 350 l/seg. (120 en estiaje y 230 como media).

Estos saltos de agua, instalados para producir mil kilovatios como máximo, tienen en realidad una potencia muy variable, como dependiente del régimen de deshielo de las nieves de la sierra. La corriente que producen es continua, de intensidad fija (100 amperios) y voltaje variable (0 a 10.000 voltios), y bajo esta forma, algo rara, se trans-

porta a la mina por medio de una línea de conductores de aluminio. Ya en ella, y sin ninguna transformación, acciona los motores de las dos máquinas de extracción de los pozos «Alfonso» y «Victoria» y los de los tres grupos convertidores rotativos instalados en la central de transformación; naturalmente, estos cinco motores están montados en serie sobre la línea de transporte.

Los grupos convertidores a que acabamos de referirnos, transforman la corriente continua procedente de los saltos en alterna trifásica, a 2.300 voltios y 50 períodos, que es la forma en que se utiliza directamente en los motores de los grupos de tracción del «Woodford» y en los de las excavadoras, o rebajada a 230 en los motores corrientes y en el alumbrado.

No pasando, generalmente, de unos 350 ó 400 KW. la media anual de las potencias instantáneas, conseguidas en los dos saltos de agua anejos a la explotación minera del Marquesado, y necesitando la marcha normal de ésta una cifra bastante más elevada (aun en momentos como los actuales en que está paralizada toda la actividad subterránea), la diferencia entre estas potencias (la producida en saltos propios y la de consumo) la ha cubierto la CAM con el concurso de dos aportes diferentes: el primero es el correspondiente al consumo de energía eléctrica de procedencia extraña y el segundo al producido, por ella misma y térmicamente, en un grupo de reserva que al efecto instaló en una de sus centrales.

La energía extraña (de origen hidroeléctrico) la tuvo asegurada hasta hace dos años, mientras duró la vigencia de un contrato de suministro, de gran amplitud y elasticidad, que en 1935 concertó con la Sociedad Fuerzas Motrices del Valle de Lecrín. Posteriormente, pasada la guerra civil y llegados los actuales años de marcada y general



restricción en el consumo de energía eléctrica, al adquirir la Hidroeléctrica del Chorro el negocio y los compromisos de Lecrín, el tranquilizador contrato anterior fué variado en sus condiciones y limitado hasta un suministro máximo de 250 KW. instantáneos, que son de los que hoy se dispone en la mina como ayuda exterior.

El grupo de reserva y compensador de los máximos instantáneos de potencia (superiores en algunos momentos a los 1.000 KW.) es la tercera fuente de energía de que dispone la explotación de la CAM y consiste en un alternador de 192 KW., accionado directamente por un motor «Diesel» de tres cilindros, capaz de desarrollar 300 C. V.

Tanto la energía del «Chorro» (llegada a 25.000 voltios y rebajada en Marquesado a 2.300) como la transformada en los grupos convertidores y la propia del grupo de aceite pesado, son de exactas características y apropiadas para acoplarse sin dificultad alguna especial y llenar, conjuntamente o en partes, la demanda del consumo diario de las explotaciones mineras de cualquier clase y el de sus instalaciones auxiliares.

#### **Aire comprimido**

Lo mismo en el «fondo» como en el «desmonte» el arranque del mineral se efectúa mediante el empleo de martillos perforadores y picadores de la marca «Meudon».

Al consumo de aire comprimido que estas dos clases de martillos representan, hay que unir el necesario para realizar la descarga basculante de los vagones «Woodford».

Todas estas necesidades están cubiertas en Marquesado con dos compresores «Bellis-Morcon» de compresión escalonada y 100 C. V. de potencia (por unidad), ca-

paces de aspirar 700 metros cúbicos de aire a la hora y de comprimirlo a siete kilogramos de presión de trabajo.

Un tercer compresor rotativo, de 25 C. V., asegura el servicio nocturno, de débil consumo.

#### **Transporte hasta puerto de embarque (Almería)**

Se verifica totalmente por la línea general de los ferrocarriles de la RENFE y consta de tres trayectos diferentes: «Minas del Marquesado»-Estación Huéneja (ramal propio de 15,40 Km.); Huéneja-Estación Almería (línea general de 79 Km.), y Estación Almería-Embarcadero (ramal particular de 700 metros).

Del precio y condiciones de este transporte por ferrocarril trataremos al final de este trabajo, ya que lo que hemos de decir es aplicable tanto a los minerales del «Primer» como del «Segundo Alquife».

#### **Instalación de clasificación y estrío**

La instalación que hoy trata los minerales arrancados en el «desmonte», y antes también los subterráneos, es sólo provisional y está en vías de sustituirse por otra más completa, capaz de elevar hasta 250 Tn./h. el rendimiento actual de 50, de almacenar en su planta grandes «stocks» de minerales «gruesos» y «menudos» y de efectuar una carga directa y mecanizada sobre los vagones del ferrocarril de la RENFE.

Este nuevo taller de «preparación mecánica», ya comenzado en sus partes de fábrica, está totalmente adqui-

rido y a falta de terminación y montaje. Por esta causa, y ya que vamos a completar este trabajo dando el esquema del tratamiento que, para ponerse en condiciones de venta, han de sufrir todos los minerales del Marquesado, en lugar de consignar las características de la planta piloto que, con sus días de vida contados, aún trabaja, pasamos a describir, en líneas muy generales, el esquema de la futura:

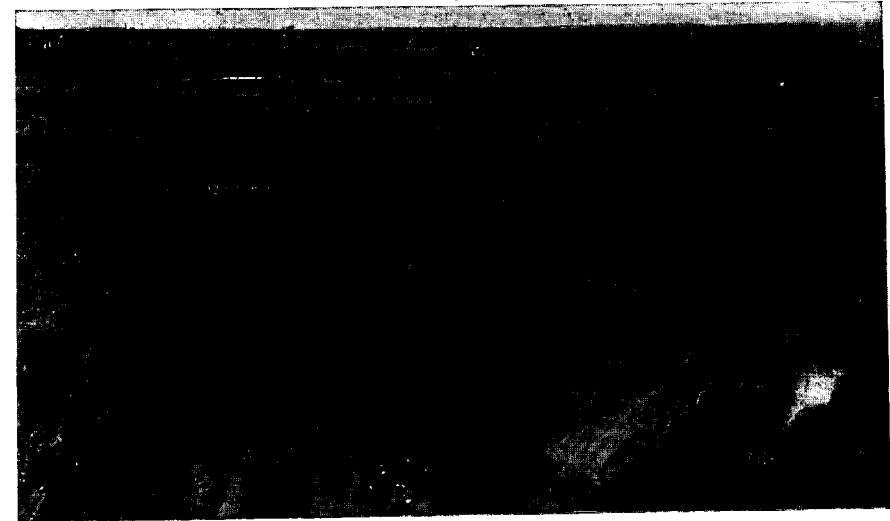
Como indica el dibujo adjunto, la instalación se compondrá de:

Una tolva de cemento armado (1), con 600 Tn. de capacidad, en la que se vaciarán automáticamente las vagone-  
tas de la explotación subterránea y los grandes vagones procedentes del «desmonte». Esta descarga se realizará a través de una fuerte rejilla de barras fijas (2), sobre la que podrán trocearse los bloques de dimensiones superiores a 200 milímetros.

Esta tolva de todo-uno alimentará, por mediación de cuatro distribuidores de cadena (3) y de una correa elevadora (4), una criba desbastadora (5) de barras móviles, encargada de separar un primer tamaño o categoría de 200-70 milímetros.

El 0-70 milímetros, que pasará por la criba anterior, irá a una tolva metálica alimentadora de una correa transportadora inclinada (6) y, posteriormente, a dos distribuidores de vaivén, que repartirán su carga entre dos cribas vibrantes (7) con mallas de 30 mm., destinadas a separar una segunda categoría de 70-30 milímetros.

El 0-30 mm. restante lo recogerá otra correa transportadora inclinada (8) que terminará, en su punto más alto, por descargarlo en dos nuevas cribas de vibración (9) que, con sus rejillas de 12 mm., separarán la tercera categoría, de 30-12 milímetros.



Vista del tajo núm. 60.



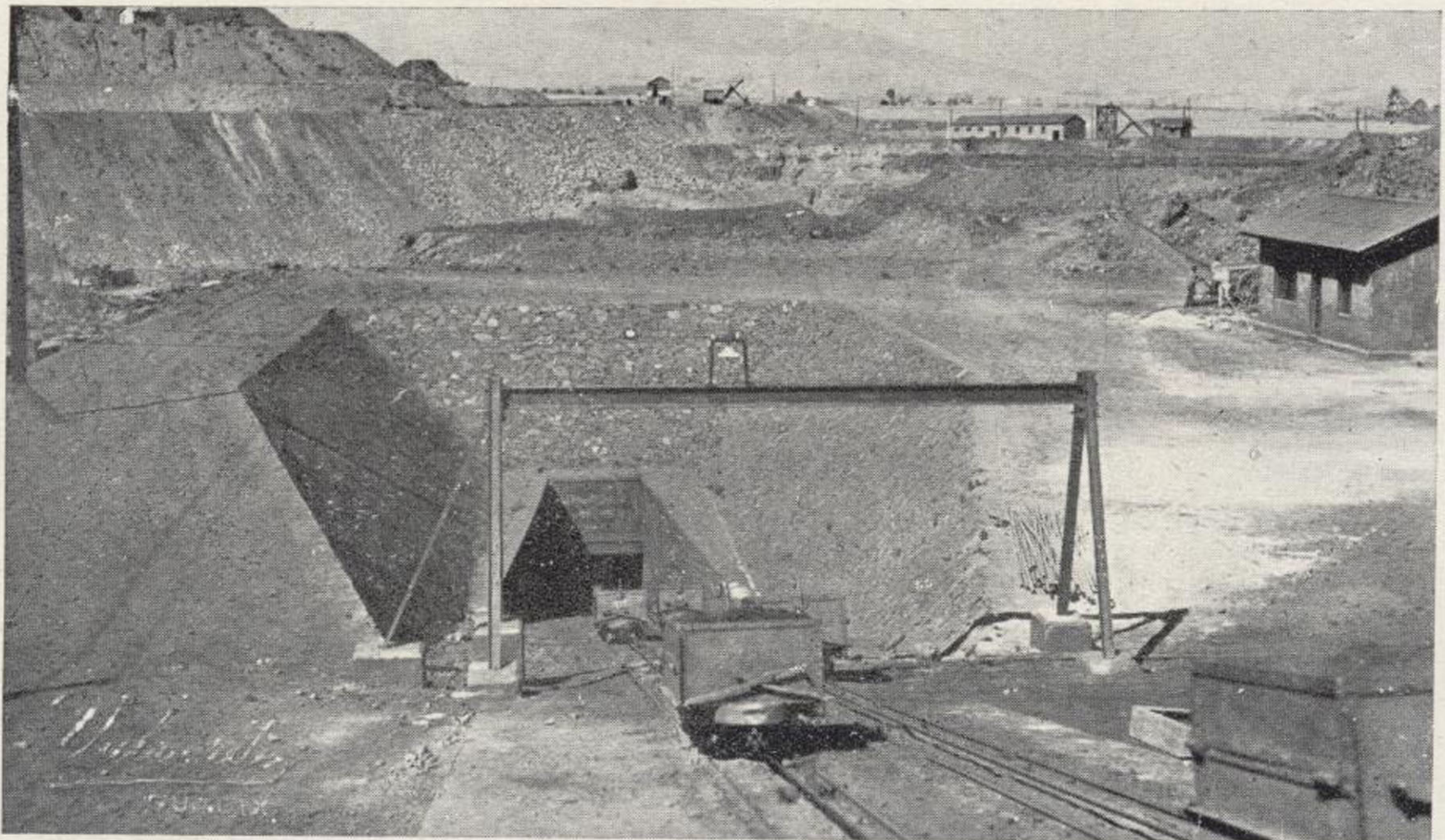
Boca del plano de extracción.



YACIMIENTO DE ALQUIFE-MARQUESADO



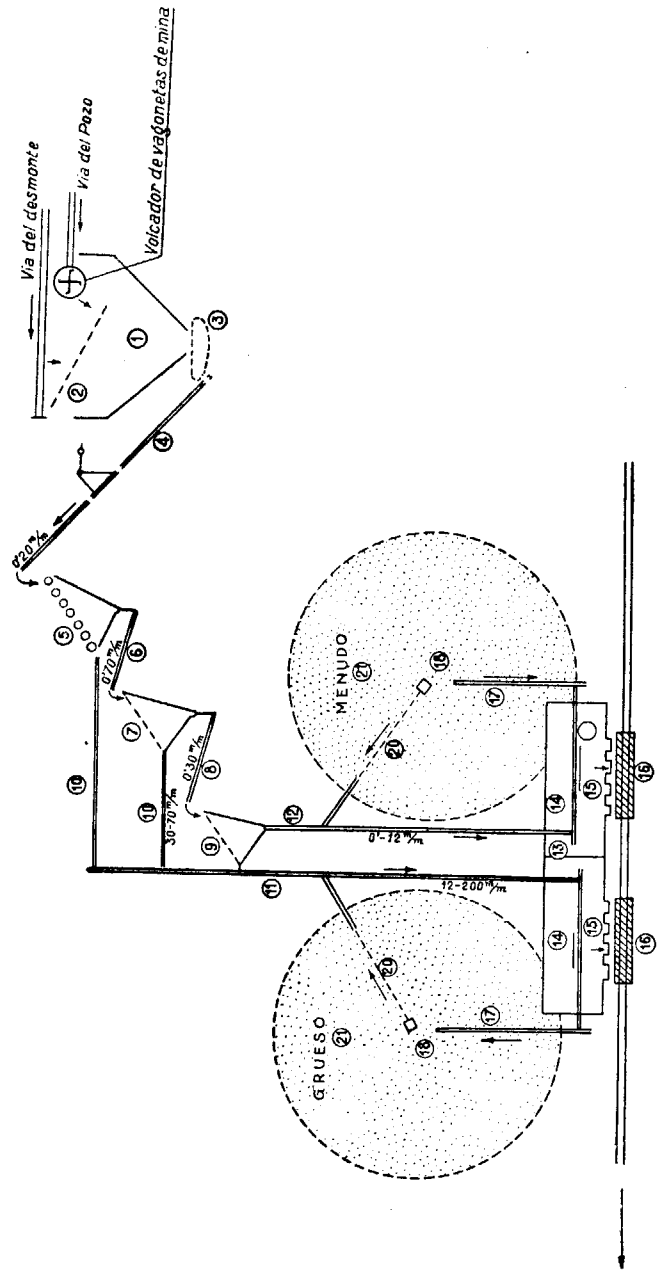
Vista del tajo núm. 60.



Boca del plano de extracción.







Esquema del proyecto de cribas y depósito de mineral

La 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> de estas categorías volumétricas que, por sus mismos tamaños, pudieran contener «mixtos» (caliza-mineral), serán recogidas separadamente, a las salidas de sus cribas respectivas, por dos correas transportadoras, horizontales, muy anchas y de escasa velocidad (10), que llenarán el papel de otras tantas mesas móviles de estrío, donde esta operación de escogido se efectuará a mano por operarias cuidadosas. En la terminación de estas mesas, las dos categorías reseñadas se reunirán con la tercera (30-12 mm.), sobre la correa elevadora y principal del mineral cribado (11).

En su circuito correspondiente, la categoría de milímetros 12-0 pasará, a la salida de sus cribas correspondientes, a la correa elevadora y principal del mineral menudo (12).

\* \* \*

La carga de los vagones del ferrocarril general de la RENFE se hará con la marcha siguiente:

Los extremos superiores de las dos correas elevadoras y principales a que acabamos de referirnos (11 y 12), al quedar 15 metros más altas que el nivel de las vías del ferrocarril, descargarán su diferente contenido en dos correas horizontales de repartición (14), dotadas de desplazamiento longitudinal y, éstas a su vez, en una tolva-depósito (13) de hormigón, dividida en dos compartimientos capaces de contener, cada uno, 650 Tn. de las dos clases comerciales ya formadas.

Cuatro compuertas móviles (15), instaladas en la parte baja de los compartimientos de la tolva (13), permitirán la carga por gravedad de los vagones RENFE de cualquier tipo que, en el tiempo de esta operación, quedarán obli-

gadamente colocados sobre una báscula de puente (16) de 60 Tn., dotada de un mecanismo automático para registrar el peso y para advertir el fin y justa medida de la carga de cada unidad móvil.

\* \* \*

Para el caso en que una falta momentánea de vagones llegue a traducirse forzosamente en la suspensión temporal de las expediciones por ferrocarril, todo está dispuesto, en la instalación que vamos describiendo, para que sea factible el apilar las dos clases de mineral clasificadas por la planta. Este almacenaje se realizará valiéndose de las mismas cintas o correas repartidoras (14) a que ya nos hemos referido y que, corridas hasta su posición extrema, podrán vaciar su contenido sobre unas cintas apiladoras (17) de inclinación variable, que irán montadas sobre grúas colgantes (18). Tal disposición permitirá el formar dos pilas cónicas de unas 8.000 Tn. cada una, sin que deje de existir la posibilidad de ampliar estas cantidades con el empleo de medios anejos, como cucharas de transporte («scrapers»), cargadoras móviles, etc., y ello hasta el límite que permita la superficie disponible.

Debajo de cada una de estas pilas, y en su centro, se excavarán dos embudos de cemento con tolvas de carga (19) que vertirán el mineral apilado sobre unas cintas cargadoras inclinadas (20), montadas dentro de un túnel de hormigón.

Esta última cinta transportadora conducirá el mineral a un punto intermedio de la principal elevadora correspondiente (11 ó 12), introduciéndolo con ello en el circuito normal de carga de vagones, en los casos en que ello se

considere necesario (paralización momentánea de la extracción o intensificación anormal de las expediciones).

\* \* \*

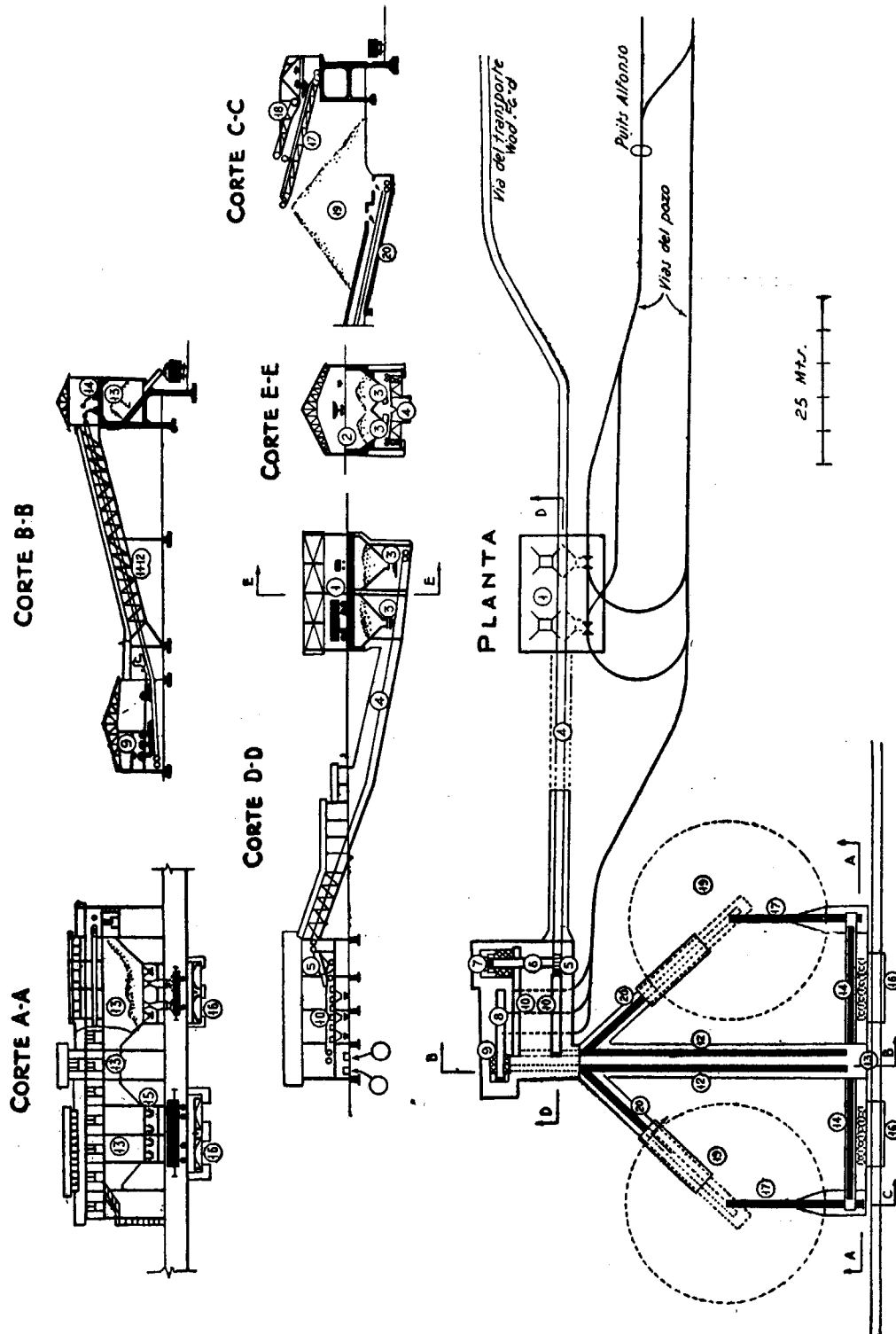
Tonos los mecanismos reseñados quedarán accionados directa e independientemente por 27 motores eléctricos, que podrán ser arrancados o parados a distancia por el consiguiente sistema de enganche eléctrico, que ha de impedir materialmente cualquier falsa maniobra.

#### Depósito-embarcadero de Almería

El que posee la CAM en el puerto de esta ciudad está instalado en forma tal que todas las manipulaciones que en él se realizan con los minerales del Marquesado, tanto a su llegada de Alquife, como en su descarga y embarque directo e inmediato, como en su obligada entrada en depósito y, por último, durante su salida de éste hacia los barcos cargados con minerales del «stock» almeriense, se realizan mecánicamente por medio de una serie de cintas o correas transportadoras capaces de cargar a razón de 800 Tn. a la hora.

Toda la instalación está electrificada con energía suministrada por la Hidroeléctrica del Chorro (antes Lecrín) o, en su defecto, con un grupo de reserva movido por un motor de gas del alumbrado o «pobre», para cuya producción existe el correspondiente gasógeno.

El depósito tiene capacidad para 100.000 toneladas (50.000 de «gruesos» y 50.000 de «menudos») y el calado del embarcadero avanzado sobre el mar permite el atraque



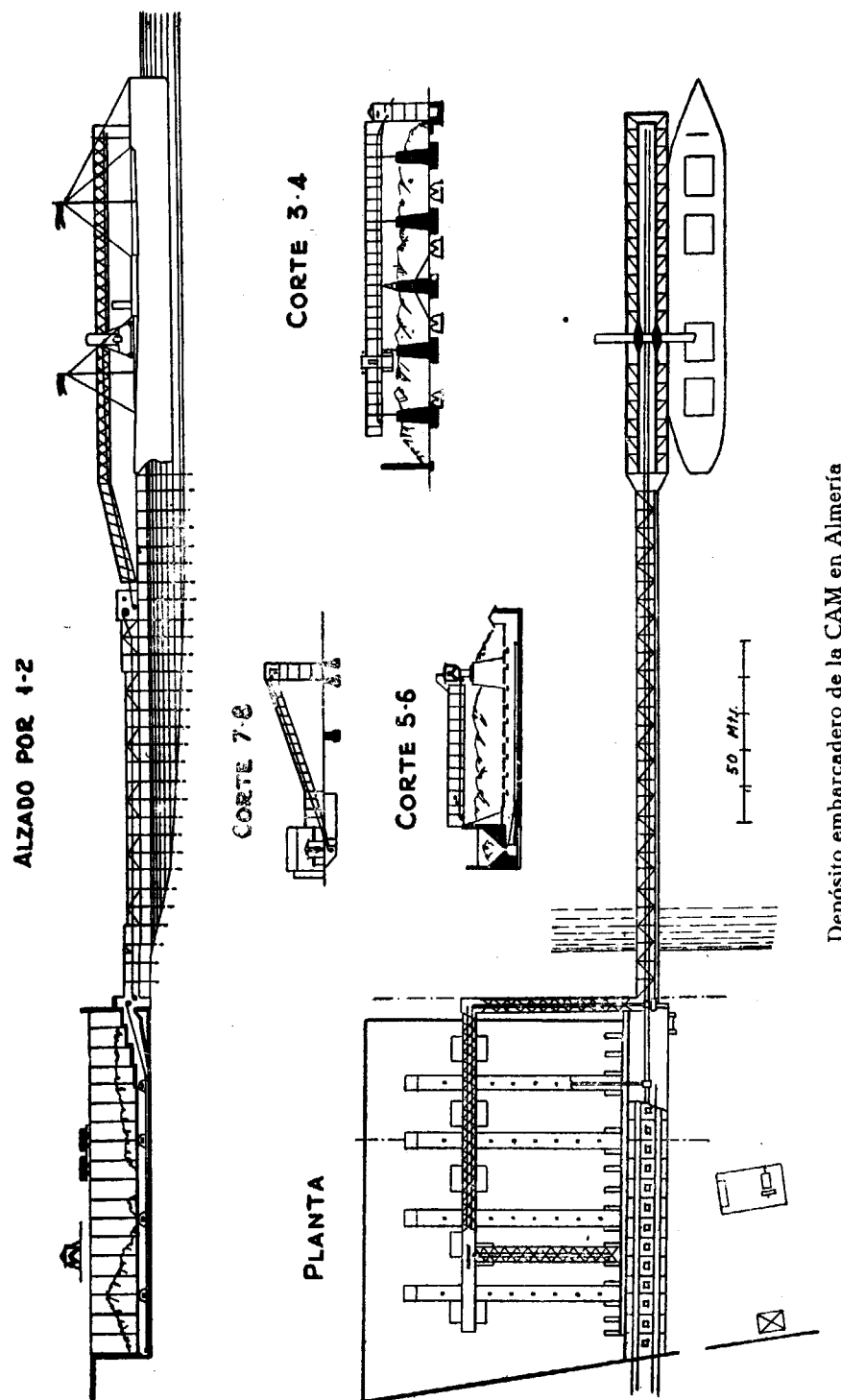


de barcos hasta de 8.000 Tn. (hoy reducido a 6.000 toneladas por la imposibilidad de realizar dragados en dicho embarcadero).

### Precios de coste

El hecho de emplear el plural en el título de este apartado lo justificamos en que, además de que vamos a consignar algunos de los obtenidos en las más destacadas operaciones que se realizan en las explotaciones de las Minas del Marquesado, pensamos hacer un distingo muy marcado entre lo que fueron estos precios antes y después de la guerra de Liberación de España. Aparte de la repercusión que, en unos y otros, tuvieron los distintos valores de los conceptos que entraron en su composición (dependientes del diferente ambiente y coste de la vida de una y otra época), los anteriores al 18 de julio de 1936 son la expresión del trabajo correspondiente a una *producción exclusivamente subterránea* de unas 300.000 Tn. anuales (por entonces el «desmonte», aunque empezado, no había tocado todavía el mineral), mientras que los obtenidos después de la recuperación de la mina lo son de un trabajo muy reducido de volumen y localizado por completo (sobre todo estos últimos años) en las labores a cielo-abierto del «desmonte».

Comenzaremos por reseñar y desglosar los correspondientes a estos años y a una explotación anual y media «de exterior» no más elevada de unas 100.000 Tn., ya que éstos son los únicos que, en el orden comercial, pueden marcar las posibilidades actuales de los minerales del Marquesado. Más adelante, y con objeto de establecer un



punto de partida en que poder apoyar cualquier cálculo del coste actual de la tonelada de mineral subterráneo (que hoy no se arranca), daremos el precio a que resultó esta misma labor durante los dos años anteriores a la guerra española.

### Precios correspondientes a 1946

#### «Desmante».

#### COSTE DEL M.<sup>3</sup> DE ALUVIÓN Y DE CALIZA:

	ALUVIÓN — Pesetas	CALIZA — Pesetas
Mano de obra. ....	0,40	0,98
Explosivos... ..		1,20
Otros efectos de Almacén.....	0,25	0,45
Fuerza motriz.....	0,59	0,83
Cuota gastos generales... ..	0,47	1,04
Cargas sociales.....	0,44	0,97
<b>TOTAL (sin amortización)....</b>	<b>2,15</b>	<b>5,47</b>

Estos precios medios de las dos labores en estéril del «desmante» fueron obtenidos con una producción anual de unos

350.000 m.<sup>3</sup> de aluviones, y  
25.000 m.<sup>3</sup> de caliza.

Para un porvenir tan próximo como el corriente de 1947 hay que contar (aparte imprevistos) con que estos precios se elevarán hasta 2,50 y 6,00 pesetas, debido solamente al aprobado aumento del precio de la energía eléctrica.

#### COSTE EN BOCA-MINA DE LA TONELADA DE MINERAL DE CANTERA:

Extracción (110.000 Tn.)	{ Mano de obra..... 30 % Materiales..... 40 % Energía..... 20 % Conservación..... 10 %	.....	1,23 pesetas.
		Cuota de «desmante»	Aluviones (1,4 m. <sup>3</sup> por Tn.) ) ..... 4,45 >
			Caliza (0,25 m. <sup>3</sup> por Tn.) .... ) ..... 0,79 >
		Clasificación y estrío.....	0,79 >
	Cuota de gastos generales (sin incluir los generales sociales).....	0,73 >	
	Cuota de cargas fisco-sociales .....	0,79 >	
	Conservación interior .....	0,04 >	
	Cuota de gastos generales sociales .....	3,30 >	
	<b>TOTAL (sin amortización) .....</b>	<b>11,33 &gt;</b>	

Redondeando en 12,00 pesetas este precio de la tonelada (de mineral de exterior) en boca-mina y sumándole el valor actual de su transporte, en ferrocarril, hasta Almería, y 1,70 ptas./Tn. en concepto de descarga y gastos del embarcadero, se llega al

#### COSTE DE LA TONELADA DE MINERAL DE CANTERA EN DEPÓSITO-ALMERÍA:

Coste en boca-mina... ..	12,00 pesetas.
Transporte por ferrocarril.....	23,08 >
Gastos de Almería .....	1,70 >
<b>TOTAL (sin amortización)....</b>	<b>36,78 &gt;</b>

Añadiendo ahora las 2,36 ptas. a que viene resultando, en la instalación de Almería, el precio del embarque de una tonelada de cualquier mineral, obtendremos el

**PRECIO F. O B. DE LA TONELADA DE MINERAL DE CANTERA EN ALMERÍA:**

$$36,78 + 2,36 = 39,14 \text{ pesetas (sin amortización).}$$

Anotados los tres o cuatro precios vigentes en 1946 y que estimamos como verdaderamente indicadores de lo que es la explotación actual de Minas del Marquesado, pasamos a dar una referencia comparativa de lo que, alguno de ellos, fué antes de 1936 y del coste de la tonelada «interior», que por aquel entonces se extraía con labores exclusivamente subterráneas.

**Precios del año 1936**

**«Desmonte».**

**COSTE DEL M.<sup>3</sup> DE ALUVIÓN** (en aquel momento no se había descubierto ninguna caliza):

Mano de obra.....	0,16 pesetas.
Materiales.....	0,24 >
Fuerza motriz.....	0,30 >
Gastos generales.....	0,10 >
Amortización.....	0,40 >
<b>TOTAL.....</b>	<b>1,20 &gt;</b>

Cifra que en 1946 casi se duplica (1,16 ptas. de diferencia) en exacto trabajo y, en esta sección, en parecidas condiciones de producción.

**Explotación subterránea**

Los aproximados precios que vamos a dar sobre sus labores subterráneas se refieren a épocas en que la producción mensual era, poco más o menos, de:

20.000 a 25.000 toneladas de mineral.

2.000 a 2.500 toneladas de estériles (labores de investigación).

8.000 a 10.000 m.<sup>3</sup> de rellenos introducidos en la mina.

**COSTE EN BOCA-MINA DE LA TONELADA DE MINERAL INTERIOR:**

Extracción.	{	Mano de obra.....	3,25	} ... 6,14 ptas
		Explosivos.....	0,47	
		Madera.....	1,15	
		Otros materiales..	0,40	
		Energía.....	0,50	
		Conservación.....	0,37	
		Clasificación y estrío.....	0,42	>
		Cuota de gastos generales.....	1,36	>
		Cargas fisco-sociales.....	0,25	>
		Gastos generales sociales.....	0,80	>
		<b>TOTAL.....</b>	<b>8,97</b>	<b>&gt;</b>

Como durante el año 1936 el porte en ferrocarril de la tonelada valía 7,60 pesetas hasta Almería (precio que llega hoy a 23,08) y los gastos de carga y descarga en el embarcadero se calculaban en 1,00 pesetas, el verdadero

**COSTE DE LA MISMA Tn. INTERIOR EN DEPÓSITO ALMERÍA, era:**

$$8,97 + 7,60 + 1,00 = 17,57 \text{ pesetas (sin amortización).}$$

Siendo de prever que en una explotación actual y subterránea, exacta a la de 1936, se convertirían las anteriores 17,60 pesetas en unas 50 (sólo en el ferrocarril existe un aumento de 16) y acabando de justificar que el «precio de 1946 y f. o b. de la Tn. de cantera en Almería» fué de unas 40,00 pesetas, se puede adelantar que el coste actual de una explotación completa (mitad subterránea y mitad a cielo-abierto) de las Minas del Marquesado (con un arranque anual comprendido entre 300 y 400.000 toneladas) sería del orden de las 45,00 pesetas (sin amortización).



## EXPLORACIONES MINERAS DE «ALQUIFE MINES»

En este grupo la mineralización se concentra en dos bandas o corridas principales y en una serie de masas aisladas, de escasa anchura y aspecto filoniano. Dentro de estas dos zonas diferentes, el enriquecimiento tiende a limitarse en la parte alta de la formación caliza y a desaparecer, estrechándose, al entrar en ciertas profundidades.

El general buzamiento Norte es de inclinación variable y queda perfectamente visible, tanto en los afloramientos del cerro como en los huecos provocados por los «tajos» o «canteras» desmontados en sus inmediatas prolongaciones bajo la recubierta aluvionar de la inmensa mayoría del conjunto del criadero.

En el extremo septentrional de sus concesiones activas las bandas mineralizadas presentan la máxima potencia reconocida en el grupo, y de ello el que sea en dicha zona donde se han podido desarrollar «canteras en desmonte» que, como la 12 y la 60, poseen dimensiones considerables. En cambio, las labores subterráneas se extienden sobre lentejones más bien estrechos, intercalados y comprimidos irregularmente por masas calizas y en los que el mineral dominante suele ser bastante duro; esta condición y la misma firmeza y proximidad de los hastiales, ha permitido que para su explotación se adopte el corriente y económico método por «realces», sin ninguna complicación especial.

Las pizarras del Arcaico limitan por el Sur la mineralización propia del distrito oriental de la mina, explorado por el pozo 66 y las galerías de la planta de

1.090 m. En cambio, el distrito occidental arma totalmente en las calizas, en las que la mineralización adopta el tipo filoniano y los minerales son bastante blandos y deleznales.

En conjunto, las exploraciones realizadas, bien con galerías, pozos o sondeos, parecen demostrar que las prolongaciones de las masas minerales de este grupo, por debajo del nivel hidrostático, no tienen la importancia reconocida en Minas del Marquesado, por lo menos dentro del perímetro de sus concesiones activas «La Oportunidad» y «Por si Acaso»; de sus reservas «probables» y «posibles» ya hemos dado los cálculos al considerar las condiciones mineras del conjunto del criadero.

### Trabajos a cielo-abierto

Sin ajustarse estrictamente a un método fijo y determinado, sino amoldándolas sencillamente al perfil de los contactos de la caliza con el mineral, se han desarrollado 12 canteras en «desmonte» que, iniciadas en los afloramientos superficiales, han ido avanzando y comprendiendo paulatinamente el recubrimiento moderno de las distintas mineralizaciones disfrutadas en cada caso.

Estas canteras (tres de ellas de fuerte cubicación total), sin presentar ninguna particularidad digna de mención especial, se distinguen de la gran «corta» de la Andaluza de Minas por su menor tamaño y por la valentía del perfil de sus paramentos que, en casos, llegan a presentar alturas verticales de 40 metros en un solo plano y que, en conjunto, dan al trabajo superficial un aspecto desordenado.

El arranque en estéril se efectúa por medio de excavadoras «Marion», de aceite pesado, capaces, con su tipo



efectuarse conforme a unos métodos de explotación adoptados para cada caso.

**EXPLOTACIÓN EN MASAS.**—Si en esta clase de formaciones, y sobre todo en las de minerales consistentes, se implantó, hace años, el método de «cámaras y pilares» sin relleno, este sistema de escaso coste tuvo que ser abandonado y reemplazado por el de «frangas horizontales con relleno completo», que, aunque mucho más costoso, evitaba el peligro y las pérdidas de mineral que se conllevaron en los primeros años de explotación del «Primer Alquife».

A esta modalidad de explotación por «frangas horizontales» nos hemos referido con algún detalle en la descripción de los trabajos mineros de la Compañía Andaluza de Minas, y, por ello, no es necesario hacerlo de nuevo. Sólo haremos constar que así como en el Marquesado se vieron obligados a utilizar telas metálicas para el sostenimiento momentáneo de los rellenos, en Alquife Mines se ha podido prescindir de este elemento con la confección de pedrizas verticales, para las que siempre contaron en la mina (cosa que hasta ahora no ha sucedido en la CAM) con sobra de caliza de buen tamaño.

**EXPLOTACIÓN DE FORMACIONES PSEUDO-FILONIANAS.**—El arranque en estos casos se realiza en auténticos «realces», sin ninguna variación o modalidad especial.

Dada la bondad de los hastiales de la mayoría de estas formaciones, este método se emplea con éxito, aun con escasísima entibación, con potencias de mineralización hasta de ocho o diez metros.

### **Desarrollo de las actividades e instalaciones de Alquife Mines**

Cuando en 1897 la Sdad. Portman vendió a Alquife Mines Railway Co. Ltd. todas las concesiones mineras y las instalaciones que poseía en el criadero de que venimos tratando, así como también el ramal de ferrocarril, de ancho normal y 12 kilómetros de longitud, entre Alquife y la estación de La Calahorra (esta última sobre la línea de Almería), los trabajos iniciados en los afloramientos del cerro daban ya cierta producción y apuntaban, dentro de su mediano desarrollo, unas posibilidades de verdadera amplitud.

El nuevo propietario comenzó por completar la prospección de su zona, llevando a feliz término un amplio y bien orientado plan de labores de investigación por pozos y galerías, dentro del cual los pocillos 11, 12, 46, 60, 71 y 75 atravesaron espesores de mineral comprendidos entre los 20 y los 75 metros, poniendo en evidencia una cubación más que suficiente para justificar el montaje de una explotación de gran envergadura. Fué entonces cuando se dieron y equiparon para la extracción (luego abandonada) los pozos maestros de «San Pablo» y de «San Torcuato» y cuando tomaron verdadero desarrollo las canteras o «tajos en desmonte» que habían ido abriéndose a partir de los afloramientos.

Más adelante, en el continuo incremento de la regular explotación que se había ido montando con escasa mecanización, se llegó a chocar con el inconveniente que, para el desarrollo de los dos principales «desmontes» que entonces se avanzaban (el tajo n.º 12 y el n.º 60), represen-



taba el continuo aumento del espesor de su recubrimiento aluvionar. Para salvarlo, el arranque y la carga manuales de esta clase de estériles fueron mejorados, en 1927, con la adquisición de una excavadora «Marion», con cuchara de  $3/4$  de m.<sup>3</sup> y accionamiento «Diesel», que, algo más tarde, fué ayudada por una segunda excavadora de exacta potencia, pero electrificada. Desde aquel momento los aluviones y una buena parte de la caliza estéril fueron arrancados y cargados mecánicamente, y su transporte hasta las escombreras utilizadas según los casos, se realizó por medio de una vía y de vagonetas «Decauville» de  $3/4$  de m.<sup>3</sup>, arrastradas por mulas y con planos inclinados motorizados.

La modernización de la instalación, hasta dejarla en la forma que hoy tiene, se realizó en 1930, cuando se puso en servicio la actual mecanización de la extracción conjunta de los minerales de interior y de exterior. Su circuito consta de una arteria principal, constituida por un túnel colector de doble vía y 800 m. de longitud, abierto, de Este a Oeste, en la planta 1.075 m., y de varios ramales secundarios que, horizontalmente o con inclinaciones variables, según la altura respectiva de cada distrito subterráneo, conducen hasta el túnel todos los minerales arrancados entre el nivel más elevado del interior y el hidrostático de 1.044 metros.

Por su parte, los minerales extraídos en los «desmontes» a cielo-abierto se unen a este circuito de extracción general por medio de chimeneas o coladeros abiertos entre la superficie de las canteras exteriores y la planta 1.075 de rodaje.

Los arrastres en el túnel general se realizan mecánicamente con el auxilio de un cable sin fin de  $3/4$ ", capaz, con su doble trayecto sobre las dos vías de circulación, de

conducir las vagonetas llenas y vacías (de 1 Tn. de capacidad), las primeras hacia el plano de extracción y las segundas hacia su retorno a los frentes de cargue de los distintos distritos en trabajo.

El plano inclinado y terminal de la corriente de extracción a que venimos refiriéndonos es la prolongación lineal e inclinada a 20° de la gran arteria colectora. Con su doble vía y su cable sin fin de 1,25" de diámetro, al que se enganchan las vagonetas por su parte inferior, alcanza la superficie al pie del depósito o almacén del todo-uno que es, a la vez, cabecera de la carga en ferrocarril y de la instalación de la clasificación volumétrica de los minerales.

El movimiento de los dos cables reseñados se consigue por medio de un cabrestante eléctrico de dos tambores, instalado en una sala de máquinas, abierta subterráneamente a 1.075 entre el punto terminal del túnel horizontal y el comienzo profundo del plano de extracción. La marcha independiente de estos dos tambores regulariza el ritmo de la extracción, que al máximo de velocidad de los motores llega a ser de unas 160 toneladas por hora.

Del depósito de todo-uno, final de toda la extracción interior y exterior del conjunto de la explotación, el producto almacenado puede pasar a una correa transportadora, montada en una galería socavada a lo largo y justamente debajo de sus tolvas de hormigón, y de ésta a otra segunda perpendicular e inclinada que lo conduce sobre los mismos vagones del ferrocarril general. Su mecanizada carga, con los medios descritos, tiene un rendimiento máximo de 1.000 toneladas por jornada.

Por el contrario, cuando el mercado de los minerales de hierro exige su recepción por tamaños comerciales, el todo-uno del depósito es dirigido a una nueva cinta elevadora que, lateralmente, lo hace pasar por una parrilla fija

(separadora de los tamaños mayores de 1,5") y, más adelante, por una criba de vibración «Robins», capaz de tratar 125 toneladas a la hora, separando el «menudo» (menor de 1/2") de las «granzas» (entre 0,5 y 1,5"), clases que pueden cargarse o almacenarse, en el caso de los menudos (con la ayuda de «scrapers»), ya separadamente.

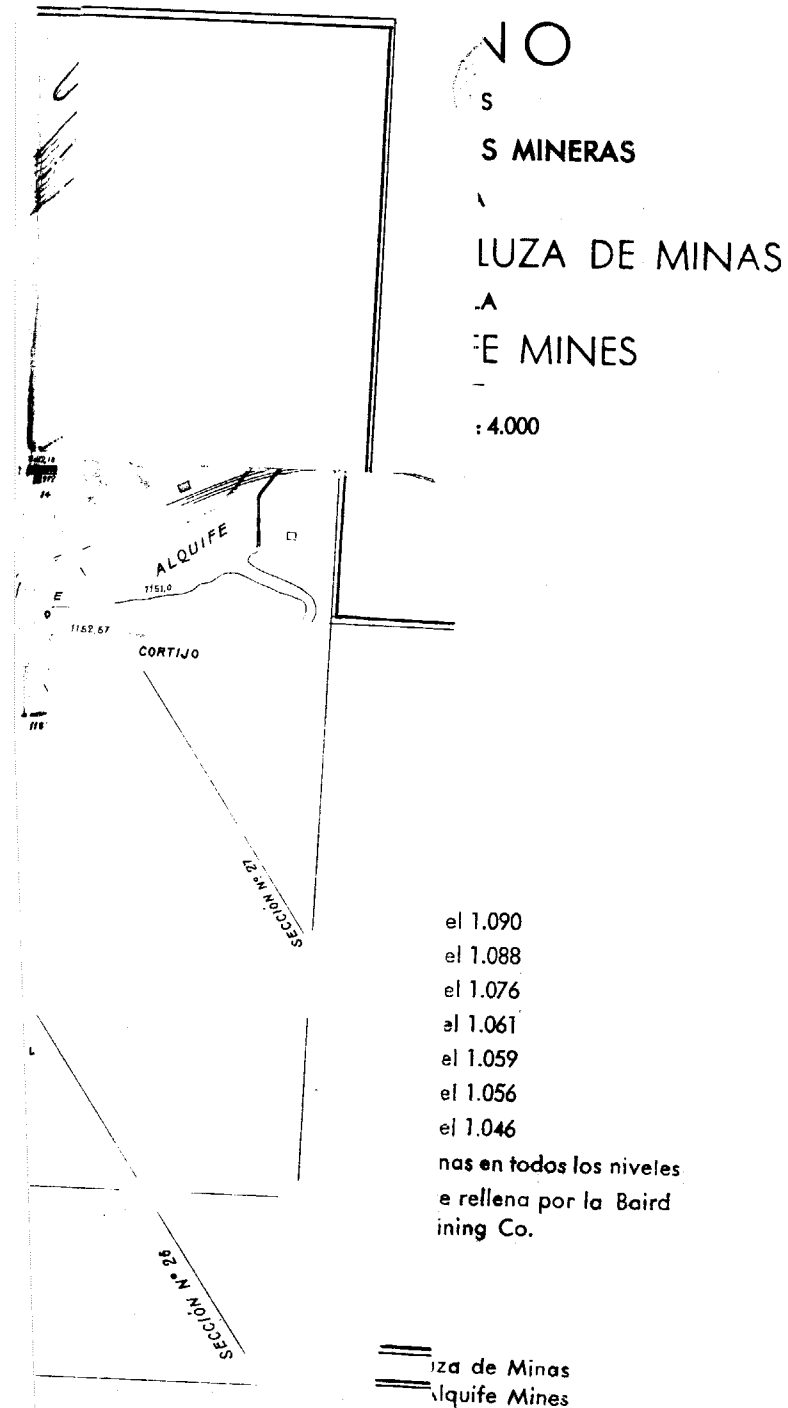
\* \* \*

Del transporte en ferrocarril, desde Alquife a Almería, hemos de tratar especialmente, al final de este trabajo, cuando hagamos algunas consideraciones sobre la decisiva importancia que, para la vida de las dos explotaciones de Alquife, ha llegado a tomar su elevadísima tarifa. Por ahora nos limitaremos a adelantar que los precios actuales de este servicio estatal son sencillamente prohibitivos para ambas empresas, sobre todo para sus minerales «menudos».

En Almería, y desde 1905, los embarques se realizan con medios mecanizados capaces de cargar, por gravedad y desde tolvas metálicas adentradas en el mar, con 12.000 toneladas de capacidad, al ritmo de 1.200 toneladas por hora. Semejante disposición presenta el inconveniente de que agotada (con dos barcos) la totalidad del almacenaje, la carga posterior y demasiado inmediata de un tercero queda supeditada a la capacidad del transporte del ferrocarril, actualmente nada satisfactoria.

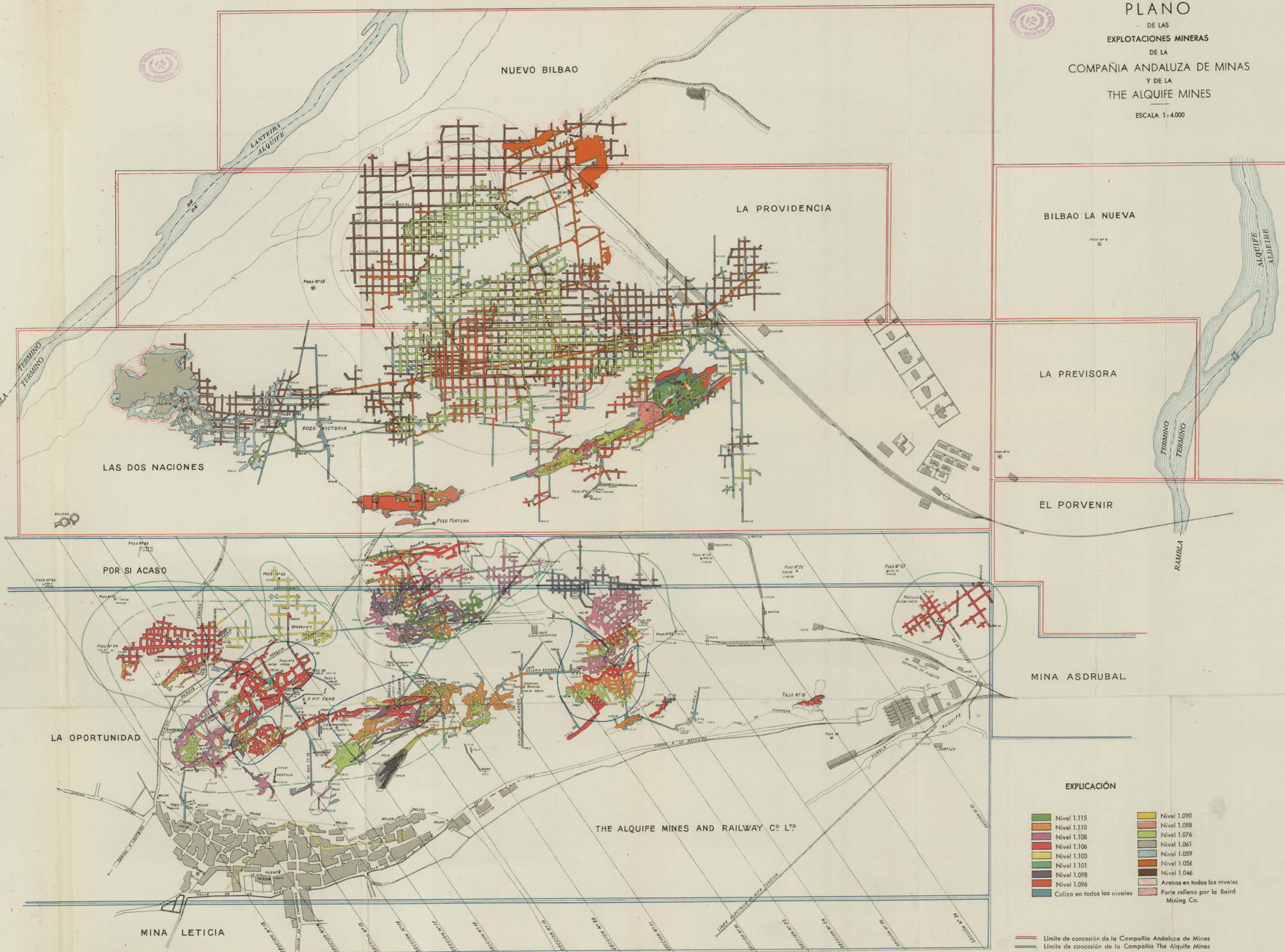
\* \* \*

La fuerza motriz consumida en los diferentes servicios de Alquife Mines la produce ella misma en dos saltos de agua instalados, en plena Sierra Nevada, sobre los mismos





PLANO  
 DE LAS  
 EXPLOTACIONES MINERAS  
 DE LA  
 COMPAÑIA ANDALUZA DE MINAS  
 Y DE LA  
 THE ALQUIFE MINES  
 ESCALA 1:4.000



EXPLICACIÓN

<span style="color: green;">■</span> Nivel 1.115	<span style="color: yellow;">■</span> Nivel 1.090
<span style="color: orange;">■</span> Nivel 1.110	<span style="color: lightgreen;">■</span> Nivel 1.088
<span style="color: red;">■</span> Nivel 1.108	<span style="color: lightblue;">■</span> Nivel 1.076
<span style="color: purple;">■</span> Nivel 1.106	<span style="color: lightgrey;">■</span> Nivel 1.061
<span style="color: blue;">■</span> Nivel 1.103	<span style="color: darkgrey;">■</span> Nivel 1.059
<span style="color: cyan;">■</span> Nivel 1.101	<span style="color: brown;">■</span> Nivel 1.056
<span style="color: magenta;">■</span> Nivel 1.098	<span style="color: black;">■</span> Nivel 1.046
<span style="color: darkred;">■</span> Nivel 1.096	<span style="color: lightpink;">■</span> Arenas en todos los niveles
<span style="color: darkblue;">■</span> Caliza en todos los niveles	<span style="color: lightgrey;">■</span> Parte rellena por la Baird Mining Co.

— Límite de concesión de la Compañía Andaluza de Minas  
 — Límite de concesión de la Compañía The Alquife Mines

THE ALQUIFE MINES AND RAILWAY CO. LTD



arroyos o torrentes aprovechados hidráulicamente por la Andaluza de Minas. Como los de esta Sociedad, presentan el inconveniente de la irregularidad de su producción, dependiente directamente del deshielo y afectada de dos estiajes anuales excesivamente duros.

El del río Sabinar, con sus 80 m. de altura y sus 343 litros por segundo de gasto, acciona un alternador trifásico de 120 KW. (a 50 períodos y 500 voltios). El de Alhorí produce, con exacta disposición y tipo de corriente, 400 KW., aprovechando un desnivel de 246 m. y un caudal de 500 litros por segundo.

La corriente inicialmente producida en las centrales de los saltos se eleva, en ellas mismas, a 5.000 voltios, para su transporte hasta las instalaciones de Alquife, donde vuelve a rebajarse hasta las tensiones corrientes de utilización.

Sobre estas dos fuentes de energía eléctrica gravitan, en el «Primer Alquife», los siguientes consumos:

El del arrastre principal y de la extracción total de los minerales producidos en el conjunto de la explotación minera. Este consumo se lo reparten: los dos cables sin fin (el del túnel y el del plano) y la carga de los acumuladores de un tractor «Wingrove» (capaz de arrastrar horizontalmente 15 Tn. por hora a 10 Km. de velocidad) encargado de los arrastres secundarios del interior;

Los 100 C. V. del compresor alimentador de los martillos neumáticos utilizados en las labores de arranque del mineral y de la caliza; y

Los correspondientes a una pequeña bomba para la elevación de agua potable y los naturales y propios de los talleres mecánicos y eléctricos montados al pie de la explotación minera.

\* \* \*



La capacidad productiva de Alquife Mines Railway Co. puede fijarse en unas 350.000 Tn. anuales, como lo demuestra el hecho de que en 1929 se obtuvieron 334.908 toneladas.

En total, hasta 1936, se llevaban extraídas de esta mina unos 6.000.000 de Tn., repartidas anualmente según las demandas del mercado y de las que un 35 % corresponderá al arranque a cielo-abierto y al subterráneo las demás.

El ritmo actual (desde la guerra civil española) no pasa casi de las 150.000 Tn. por año, pero su aumento, hasta la cifra anual de 350.000, es sólo cuestión de que lleguen a incrementarse las demandas de la exportación y de que el transporte del ferrocarril se haga viable con el aumento de su capacidad, hoy muy reducida, y con la rebaja del desproporcionado nivel de sus precios.

\* \* \*

Los precios de coste de la explotación de que venimos tratando, aunque no conocidos por nosotros, los estimamos equiparables (algo más altos posiblemente) a los que hemos reseñado como propios del «Segundo Alquife». Si en esta última mina, con sus más potentes metalizaciones, se llegara a un arranque más económico, tal ventaja puede neutralizarse con el menor volumen de los estériles que presentan los «desmontes» de Alquife Mines y con la mayor cuota de amortización que supone una instalación de mayores medios montada en años bastante más caros.

### **EL TRANSPORTE HASTA PUERTO DE LOS MINERALES DEL YACIMIENTO DE ALQUIFE-MARQUESADO**

Ya hemos adelantado que tanto Alquife Mines Railway, como la Andaluza de Minas, embarcan sus minerales por el puerto de Almería, y que la unión de sus explotaciones mineras de la provincia de Granada, con los dos embarcaderos que respectivamente poseen en aquella ciudad, la tienen resuelta mediante el uso del ferrocarril Linares-Almería, en el que la primera de estas Sociedades empalma en la estación de La Calahorra y la segunda en la que le sigue de Huéneja, utilizando para ello dos ramales particulares de 12 y 15,4 Km. de longitud respectiva.

Si a los diferentes trayectos que de la línea general utilizan una y otra de estas empresas, se les suman los recorridos de los ramales que ellas poseen en las cabeceras de sus respectivos transportes, y los mucho más cortos que de Estación Almería conducen a los dos embarcaderos mineros, se llega en ambos casos a trayectos totales de 96 y 97 Km., o lo que es lo mismo, a la comprobación absoluta de que el capítulo «transporte» afecta casi idénticamente a los dos explotadores del criadero de Alquife-Marquesado.

Señalada esta igualdad de condiciones y, lo que tiene mayor importancia, el considerable camino que han de salvar los minerales de hierro de este importante y dividido criadero antes de alcanzar su puerto de embarque, bien sea hacia la «exportación» o hacia su recientemente iniciada colocación en el mercado interior, sólo nos resta destacar que para hacer posible su entrada en uno u otro de estos mercados ha de existir una relación o dependencia muy marcada entre su valor f. o b. y el importe total de su «transporte terrestre». Para ello nos reduciremos a señalar lo que ha ocurrido en el pasado año 1946, en el que habiendo oscilado entre 20 1/2 y 22 chelines (45,10 y 48,40 ptas. al «cambio oficial de venta» de 44 ptas. por libra) las cotizaciones f. o b. de los «gruesos» exportados por las dos empresas (unas 150.000 Tn.), y en el que no ha pasado de 13 chelines (28,60 pesetas) el precio casi teórico (ya que sólo ha existido para reducidísimas partidas de Alquife Mines) de los «menudos», los anormales y aquilataados «costos» de la Tn. f. o b. más económica de todo el criadero (la extraída del «desmonte» de CAM) llegaron a ser del orden de las 40 pesetas, de las cuales 23,08 (más del 50 %) fueron desembolsadas en pago del transporte terrestre en ferrocarril.

Tan sólo la comparación de estas cifras basta para convencer a cualquiera de que si bien en la Tn. de «gruesos» se pudieron alcanzar unos márgenes de beneficio *ficticio* comprendidos entre seis y nueve pesetas, en cambio, en la Tn. de «menudos» de la misma procedencia, en el caso de haberse vendido, se hubiera perdido más de 10 pesetas por tonelada. ¡Y ello en una explotación con el 50 % de «grueso-granza» y otro tanto de «menudos»! Si así ha ocurrido en una labor extraordinariamente bien montada sobre un yacimiento de gran volumen y explota-

ble a cielo-abierto, ¿a qué resultado se hubiera llegado en otra cualquiera explotación subterránea o mixta y con igual o parecida proporción de «menudos»? La contestación no es difícil y puede resumirse en: *que se hubiera alcanzado un déficit de unas 10 pesetas en cada una de las toneladas explotadas*, y ello suponiendo un precio de coste f. o b. no superior a las 45 pesetas.

Para completar este trabajo sólo resta por añadir que la única explotación racional, económica y completa de los dos grupos mineros de Alquife-Marquesado ha de ser la mixta de «interior» y «exterior» y que el recurso que, desde 1940, adoptaron sus propietarios, de dejar para mejores tiempos sus minerales más costosos y de transportar solamente los «gruesos» de su elegido arranque (que es lo que hizo la CAM) no pasa de ser un compás de espera, que habrá de abandonarse en cuanto se normalicen las múltiples condiciones que obstaculizan hoy la normal colocación de sus minerales, entre las que se destaca principalmente la exagerada elevación de las tarifas ferroviarias, que han llegado a ser de un orden prohibitivo para los minerales de escaso valor de venta.

Septiembre, 1947

## INDICE

	Páginas
<b>INTRODUCCIÓN GEOLÓGICA.....</b>	<b>3</b>
Morfología subterránea de la caliza del criadero y de la formación aluvionar de su recubierta.....	16
Mineralización y estructura del yacimiento.....	19
Hipótesis genética.....	20
Naturaleza de las calizas en que arma el criadero.....	23
Estructura y aspecto externo del mineral.....	24
Zonas mineralizadas y extensión del yacimiento.....	25
Prospección geofísica.....	26
<b>CONDICIONES MINERAS DEL CRIADERO.....</b>	<b>29</b>
Naturaleza física y química del mineral.....	35
Cubicaciones.....	42
<b>EXPLOTACIONES MINERAS.....</b>	<b>51</b>
Labores de las «Minas del Marquesado».....	52
Labor en «desmonte».....	55
Explotación subterránea.....	69
Instalaciones exteriores y auxiliares del «desmon- te» y de la explotación subterránea.....	80
Precios de coste.....	90
Explotaciones mineras de «Alquife Mines».....	96
<b>EL TRANSPORTE HASTA PUERTO DE LOS MINERALES DEL YACIMIENTO     DE ALQUIFE-MARQUESADO.....</b>	<b>107</b>

# **LOS CASTORES FOSILES DE ESPAÑA**

## **I. PARTE GENERAL Y DESCRIPTIVA**

POR

M. CRUSAFONT PAIRO Y J. F. DE VILLALTA

CON LA COLABORACION DE

J. R. BATALLER

## **II. BIOMETRIA**

POR

M. CRUSAFONT PAIRO



## I. PARTE GENERAL Y DESCRIPTIVA

### INTRODUCCION

La primitiva idea que nos guió al proyectar el presente trabajo, fué la de describir los hoy ya muy numerosos restos de Castóridos fósiles hallados en España, que pueden actualmente agruparse en varios géneros. Posteriormente, al tratar no ya de llegar a su determinación sistemática, sino también al análisis de la nomenclatura de esta familia tan interesante de mamíferos, que alcanza como muchas otras en el Terciario una gran heterogeneidad, nos dimos cuenta del confusionismo que se puede observar en la descripción de los Castóridos europeos por los distintos autores, singularmente por lo que se refiere a algunos grupos de especies; por lo demás, incluso respecto de la sinonimia de varias de ellas, no ha existido un criterio unánime, por lo que muchas veces nos hemos visto francamente aturdidos al discriminar el exacto valor taxonómico de cada una.

El profesor R. A. Stirton, de Berkeley, con el sano criterio de arrojar una luz más orientadora sobre la cuestión de la sistemática de los Castóridos fósiles del Terciario ecuménico, realizó hace unos años una revisión de los mismos, estableciendo y precisando diagnósticos para

distintos géneros y especies (1). Pero como él mismo reconoció en su trabajo, el intento no pudo ser perfecto por no conocer de una manera suficientemente completa los materiales europeos, en los cuales precisamente ha radicado el punto más flaco de la caracterización taxonómica y de las sinonimias.

El conocimiento de los castores fósiles de Europa data ya de más de un siglo; es evidente, pues, que la escasez de los materiales no podía desde un principio permitir un establecimiento perfecto de los diagnósticos; muchas de las especies fueron basadas en ejemplares insuficientes. Con muy escasas excepciones, los paleontólogos no se han preocupado desde entonces de ordenar los conocimientos generales adquiridos al respecto a través de la historia de la Paleontología y, si bien es cierto que algunas veces se ha tendido a despejar algunas cuestiones confusas, los intentos han sido siempre parciales. El trabajo de Stirton, sin embargo, ha contribuido de manera indiscutible a facilitar la ordenación y precisión de los problemas de nomenclatura de los Castóridos fósiles de América, y aun de una forma bien estimable de la de los europeos, incluso con la salvedad hecha anteriormente.

No pretendemos haber llegado a una definitiva caracterización de las especies, géneros y filums europeos, pues desgraciadamente no hemos podido tener en manos la totalidad del gran caudal de restos hallados en nuestro continente: a nadie escapan las dificultades que para ello se presentan siempre. De todos modos, el hallazgo, por un lado, en España, de un gran número de representantes correspondientes a distintas ramas y, por otro, de conocimientos adquiridos al respecto, con motivo del viaje de dos de nosotros a los museos de Lyon, París y Basilea, en donde hemos podido examinar un buen lote de mate-

riales de distintos yacimientos europeos, creemos que nos permitirá aportar un cierto complemento a la revisión empezada por el profesor americano tantas veces referido.

Hagamos hincapié seguidamente en los factores que han influido a crear este clima de confusionismo, por lo que se refiere al grupo del cual hoy vamos a ocuparnos. En primer lugar, y como ya hemos dicho, muchas de las especies fueron establecidas a base de materiales muy incompletos; sabida es la dificultad que encierra la perfecta caracterización de una especie en esta clase de roedores fósiles cuando se basa en la observación de un número reducido de ejemplares: el cambio de forma de las secciones en los distintos estados de desgaste de los dientes y la constante variación de la topografía de la superficie oclusal de los mismos a distintas alturas. Añádase a esto el conocimiento escasísimo que se tenía de la dentición juvenil, la no figuración o la defectuosa representación de los materiales, etcétera. Hoy día, cuando el acervo de restos conocidos de Castóridos fósiles alcanza ya importantes cifras de ejemplares, es posible darse cuenta del valor definitivo de los caracteres a que hemos aludido, lo cual, desde luego, ha venido a simplificar la cuestión.

Así pues, el intento perseguido en este trabajo ha sido más ambicioso de lo que al principio nos habíamos propuesto. Aprovechando la coyuntura que nos brinda la descripción de nuestros materiales, hemos querido contribuir a unificar el criterio de la sistematización de los castores fósiles de Europa, por lo menos en lo que se refiere a un buen grupo de especies, sin pretender, de todos modos, haber llegado a agotar el tema, ni mucho menos a haber acertado de una manera absoluta en nuestros propósitos.

Así pues, aparte de una ligera historia de los descubrimientos en España y de los precedentes de este trabajo,

resumimos los criterios de sistemática general del grupo a la luz de las modernas clasificaciones de los mamíferos fósiles y actuales; incluimos la terminología aplicada al conocimiento de la topografía dentaria de los Castóridos; establecemos la pauta seguida en la caracterización de los representantes fósiles europeos y terminamos con la descripción de los restos hallados en nuestros yacimientos.

### ANTECEDENTES

El primer hallazgo referido al grupo de los Castóridos fósiles realizado en nuestro país, tuvo lugar en la cubeta terciaria de Cerdaña, aun cuando procedió de las minas de lignito de Estavar, en terreno francés, muy cerca de la frontera española. Fué dado a conocer por Depéret y Rérolle en el año 1885, con motivo de su estudio geológico y paleontológico de la depresión ceretana, como *Castor (Chalicomys) jaegeri* Kaup (2). Posteriormente, diversos autores dieron simples noticias de este hallazgo, en virtud de algunos trabajos generales o dedicados a otros descubrimientos realizados en la misma cubeta. Uno de nosotros ha dado la bibliografía completa de esta cita en un trabajo al cual nos referiremos inmediatamente, por lo que consideramos prolijo insistir sobre la misma (3). Únicamente hemos de citar que la especie de Estavar se halla incluida en los catálogos generales de mamíferos fósiles, ya sea de España, ya sólo de la región catalana, publicados en distintas épocas (4), (5), (6), (3), (7). En el mencio-

nado trabajo del año 1918 (3) sobre mamíferos fósiles de Cataluña, se da cuenta del hallazgo de la misma especie en la pequeña cubeta de Seo de Urgel, aunque su descripción completa como *Steneofiber jaegeri* no aparece hasta más tarde, en 1924 (8). En esta misma obra el autor cita por primera vez unos restos de castor del yacimiento vindoboniense de Sant Quirze, en las cercanías de Sabadell, consistentes en unos molares sueltos, y se habla de otras piezas de una especie más pequeña. Más adelante se hace referencia de una de las especies del Vallés-Penedés como *Steneofiber sansaniensis* (9). En 1938, uno de los firmantes (Bataller), en una obra dedicada a los roedores fósiles de nuestra región (10), completa el conocimiento contemporáneo del grupo con la descripción de unas nuevas piezas, descubiertas en la cuenca de Cerdaña y halladas por los profesores Pardillo y Marcet en los lignitos de Das, las cuales son atribuidas a la misma especie de Estavar. Asimismo describe la pequeña especie de Sant Quirze como *Steneofiber minutus* Meyer, y la de mayor talla como una variedad grande de la misma, a la que se da el nombre de *S. minutus* var. *catalaunica* var. *nova*.

Posteriormente a estas descripciones, los hallazgos en el yacimiento vallesense han sido muy prolijos en restos de Castóridos, y ellos son incluidos en las descripciones que daremos más adelante. Prescindiendo de la simple referencia de las especies descritas anteriormente y de la cita del *Steneofiber jaegeri* por unos ejemplares hallados en Viladecaballs (11), no se dan nuevas descripciones hasta 1942, en que dos de los firmantes señalamos el descubrimiento del primer roedor del clásico yacimiento de Concud (cuenca de Calatayud-Teruel), atribuyéndolo a la misma especie de Kaup (12). Muy recientemente hemos citado la especie *Steneofiber*

*castorinus* Pomel, del Aquitaniense de Cetina de Aragón (cuenca del Duero) (13), y por último hemos hallado algún resto de este grupo en el yacimiento de Nombrevilla, en la misma cuenca de Calatayud-Teruel, resto que ha quedado inédito hasta el presente trabajo.

En cuanto a Castóridos cuaternarios existe hasta el presente sólo la cita del *Castor fiber* Linné, de las cavernas de Olazagutía, dada por nuestro excelente amigo y colega el Padre Máximo Ruiz de Gaona (14), cuyo magnífico conjunto de restos se describe en otra parte de este trabajo gracias a la colaboración de nuestro paleontólogo vasco.

Dado el notable conjunto de restos de Castóridos fósiles de España de que actualmente disponemos, todos los cuales están actualmente en nuestras manos, conjunto que ha ido incrementándose con nuevos hallazgos en Sant Quirze y en otras localidades, algunos de cuyos ejemplares han quedado hasta el presente inéditos, y atendiendo a las modernas concepciones introducidas en el estudio de los mismos, con arreglo a ciertos caracteres hasta hace poco escasamente valorados, hemos llevado a cabo un examen más completo de los mismos y una minuciosa revisión de los ejemplares anteriormente descritos.

Antes de entrar en materia, plácenos hacer llegar nuestro reconocimiento a quienes han facilitado nuestra labor: al Reverendo Padre Ruiz de Gaona, ya citado, y a los Sres. Guerin, Montada y Andrés, por la cesión de ejemplares de sus colecciones, lo que ha facilitado nuestra labor analítica, y a los doctores Viret, de Lyon; Lavocat, de París, y Schaub y Hürzeler, de Basilea, por los interesantes datos y sugerencias proporcionados.

## SISTEMATICA DE LOS CASTORIDOS

Muy prolija resultaría la exposición de la historia completa de la sistemática de los castores, por lo que no hemos de dar detalles de la misma sino a partir de la última edición de Zittel de 1925, revisada por Schlosser y anotada por Smith Woodward (15). En esta obra, los castores están incluidos en la familia Castoroidea, dentro de los roedores simplicidentados, con las siguientes subdivisiones.

### Familia Castoroidea

#### 1. Subfamilia CASTORINAE.

Géneros: *Steneofiber* incluyendo *Chalicomys*, *Cheiodus* y *Palaeocastor*, *Euhapsis*, *Castor*, *Trogotherium*, *Castoroides*, *Eucastor* (incluyendo *Sigmogomphius*, *Dipoides* y *Eutypomys*).

#### 2. Subfamilia MYLAGAULINAE.

Géneros: *Mylagaulus*, *Mesogaulus*, *Ceratogaulus* y *Epigaulus*.

En la revisión de Stirton, ya citada (1), referida a los Castóridos *sensu stricto*, este autor establece dos, que podríamos llamar «grupos morfológicos» atendiendo a la forma de los incisivos, grupos a los que no se da la categoría de subfamilias por causa de no haber podido el autor realizar la completa revisión de los materiales europeos:



Grupo 1.º Con incisivos con cara anterior semiplana.

Géneros: *Agnotocastor* nov. gen., *Palaeocastor*, *Euhapsis*, *Steneofiber* (*partim*, sólo para el *S. depereti*), *Palaeomys* y *Castor*.

Grupo 2.º Con incisivos con cara anterior convexa.

Géneros: *Steneofiber* (sólo para el *S. castorinus*), *Monosaulax* nov. gen., «*Monosaulax*» (para el *S. «eseri»*), *Eucastor*, *Dipoides*, *Castoroides*, *Amblycastor*, *Hystricops*, *Trogotherium* y *Conodontes*.

Como puede verse de la sumaria exposición de esta clasificación de Stirton, este autor, aparte del establecimiento de los nuevos géneros *Agnotocastor* y *Monosaulax*, valoriza el género *Palaeocastor*, que se había dado como sinónimo de *Steneofiber*, introduce los nuevos géneros descubiertos y descritos por diversos autores posteriormente a la última edición de Zittel, y sugiere la inclusión dentro del género *Monosaulax* de algunas de las especies de Europa.

La última y más lograda clasificación de los mamíferos, incluyendo las formas fósiles y actuales, ha sido dada por el Dr. Gaylord Simpson, del American Museum of Natural History (16), y a ella nos acordaremos en el presente trabajo (\*). En la misma coloca los Mylagaulidos, a

(\*) Ellerman (17), en 1940-41, de acuerdo con la antigua clasificación de Tullberg de 1899 (18), establece los castores dentro de la serie (llamada por Tullberg «subtribus») de los Esciuromorfos. Antes, Winge, en 1924 (19), divide a los roedores simplicidentados en ocho familias: Haplodontidae, Anomaluridae, Dipodidae, Myoxidae, Muridae, Hystricidae, Sciuridae y Saccomyidae, la penúltima de las cuales incluye los castores.

los que da categoría de familia, dentro de la superfamilia Aplodontoidea de los Esciuromorfos. Dentro de los castores verdaderos admite que *Conodontes* es sinónimo de *Trogotherium*, corrobora la inclusión de algunos *Steneofiber* europeos dentro del género *Monosaulax*, añade los géneros *Sinocastor* Young, del Plioceno asiático, y *Procastoroides* Barbour et Schultz, del Plioceno de Norteamérica, y separa de los mismos el género *Hystricops*. En esta clasificación se da categoría de subfamilias a los «grupos» diferenciados por Stirton, lo que consideramos algo discutible por lo que se dirá más adelante.

He aquí transcrita, por lo que a nuestro grupo se refiere, la citada clasificación de Simpson:

#### Cohorte Glires

- I. Orden LAGOMORPHA.
- II. — RODENTIA.
  - A. Suborden MYOMORPHA.
  - B. — HYSTRICOMORPHA.
  - C. — SCIUROMORPHA.
    - 1. Superfamilia *Aplodontoidea*.
    - 2. — *Sciuroidea*.
    - 3. — *Geomyoidea*.
    - 4. — *Anomaluroidea* (*inc. sedis*).
    - 5. — *Castoroidea*.
      - a. Familia Castoridae.
        - Subfamilia Castorinae (Géneros: *Agnotocastor*, *Palaeocastor*, *Euhapsis*, *Palaeomys*, *Sinocastor* y *Castor*).

Subfamilia Castoroidinae (Géneros: *Steneofiber*, *Monosaulax*, *Eucastor*, *Dipoides*, *Amblycastor*, *Procastoroides*, *Castoroides* y *Trogontherium*).

b. Familia Eutypomyidae. Género: *Eutypomys*.

De los géneros citados hasta el presente sólo existen formas europeas de *Palaeomys*, *Castor*, *Steneofiber*, *Monosaulax*, *Dipoides* y *Trogontherium*, de los cuales, a excepción del último citado, tenemos representantes en España.

La clasificación adoptada por Simpson sólo llega a los géneros y no se incluyen las especies de cada género. Por esta causa y de acuerdo con nuestros puntos de vista, daremos la lista de las especies europeas que pueden colocarse dentro de los géneros más arriba citados, comentando luego los motivos que nos han inducido al criterio sistemático expuesto.

Género PALAEOMYS:

*Palaeomys castoroides* Kaup ..... Pontiense.

Género CASTOR:

*Castor vidali* nova sp. .... Pontiense.  
 ? *Castor neglectus* Schlosser ..... Pontiense.  
 ? *Castor prae fiber* Depéret ..... Plioceno inferior.  
*Castor plicidens* ..... Plioceno superior.  
*Castor fiber* Linné (\*) ..... Plio-pleistoceno (y actual).

Género STENEOFIBER:

*Steneofiber castorinus* Pomel (= *Ste-*

(\*) El *Castor issiodorensis* Gervais, de la Bresse, figurado por Depéret es, según Collot, el *Trogontherium cuvieri*.

*neofiber eseri* [partim], = *S. viciacensis*) ..... Estampiense (?) y Aquitaniense.  
*Steneofiber depereti* Mayet ..... Burdigaliense-Vindoboniense.  
*Steneofiber jaegeri* (Kaup) (= *S. eseri* [partim], = *P. castoroides* [partim], = *Chelodus typus*, = *S. subpyrenaicus*, = *Monosaulax eseri*). .... Vindoboniense - Pontiense.

Género MONOSAULAX:

*Monosaulax minutus* (Meyer) ..... Vindoboniense.

Género DIPOIDES:

*Dipoides problematicus* Schlosser ... Pontiense.  
*Dipoides sigmodus* (Gervais) ..... Plioceno inferior.

Género TROGONThERIUM:

*Trogontherium minus* Newton ..... Plioceno inferior.  
*Trogontherium boisvillei* Laugel ... Pleistoceno.  
*Trogontherium cuvieri* Fischer ..... Pleistoceno.

Dentro de los Castóridos europeos se pueden seguir tres filums bien escalonados a través del tiempo: *Steneofiber*, *Castor* y *Trogontherium*, mientras que existen algunas ramas, como *Monosaulax*, *Dipoides* y *Palaeomys*, aún incompletas o poco conocidas hasta el momento presente en Europa. Respecto del primero de dichos filums, hay que advertir que ha sido en él en donde ha radicado el mayor confusiónismo, partiendo éste de la escasa caracterización dada por Kaup a sus tres tipos de *Palaeomys castoroides*, *Chalicomys jaegeri* y *Chelodus typus*, todos los cuales han sido luego, por regla general, confundidos en uno solo, dando los autores a la especie correspondiente

uno de los tres nombres a capricho. Ya diremos más adelante en qué fundamos nuestro aserto de considerar *Palaeomys castoroides* como diferente de *Steneofiber jaegeri* (= *Chalicomys jaegeri*, = *Chelodus typus*).

La rama de los *Steneofiber* empieza en el Estampiense por una forma que difiere escasamente del *S. castorinus* Pomel, del nivel superior o Aquitaniense, por lo que se considera sólo una mutación arcaica de la misma; sigue luego por el *S. depereti* del Burdigaliense, que en algunas regiones se prolonga hasta el Vindoboniense y se continúa y extingue con el *S. jaegeri* del Vindoboniense y Pontienne. Estas mutaciones del género a través de los niveles del Oligoceno superior y Mioceno son algo difíciles de diferenciar morfológicamente, como diremos más adelante, y de acuerdo con el criterio de Stehlin (20) creemos que no existe lugar para una especie intermedia entre las formas del Burdigaliense y el Vindoboniense, como pretendía Mayet (21) (*S. subpyrenaicus*.)

El filum *Castor*, de acuerdo con la descripción de nuestra nueva especie *C. vidali*, se inaugura en el Pontienne, del cual se conoce una forma dudosa (*C. neglectus*), siguiendo luego con ? *C. praefiber*, del Plioceno inferior, y las dos ramas *C. fiber*, desde el Plioceno medio hasta la actualidad, y *C. plicidens*, del Villafranquiense.

El tercer filum, correspondiente al género *Trogotherium* (= *Conodontes*), se inicia con el *T. minus* (31) del Plioceno inferior del Rosellón y se continúa y extingue con las especies del Cuaternario antiguo: *T. boisvilletei* (83) (84), y *T. cuvieri* (85) (86) (87) (34).

En el Pontienne, según nuestro modo de ver y valorizando el tipo de Kaup, existe otra rama de castores, representada por el género *Palaeomys*, más evolucionado (hipsodontia) que el *Steneofiber* contemporáneo (*S. jaegeri*) y

menos que el *Castor* sincrónico (*C. vidali* y ? *C. neglectus*), por lo que adquiere un rango especial.

La rama de los Dipoididos se halla representada por dos especies, escalonadas en el tiempo: *D. problematicus* Schlosser, del Pontienne, y *D. sigmodus* (Gervais), del Plioceno inferior.

A nuestro entender, sólo existe una especie europea de *Monosaulax*, el *M. minutus*, del Vindoboniense, y consideramos como dentro de la especie *Steneofiber jaegeri* los ejemplares considerados por Stirton como *Monosaulax eseri*.

Para usos prácticos incluimos a continuación una clave (\*) de los géneros europeos:

SUBHIPSODONTOS	}	Premolar inferior en forma de 8. D 4 inferior, con una sola estríada interna . . . . .	<i>Steneofiber.</i>	
		Premolar inferior triangular en sección. D 4 inferior con dos estríadas internas . . . . .	<i>Monosaulax.</i>	
HIPSODONTOS . . .	}	Incisivos con cara anterior redonda . . . . .	Incisivos con finas estrías. Mesostríada larga . . . . .	<i>Dipoides.</i>
			Incisivos fuertemente estriados. Mesostríada corta	<i>Trogotherium.</i>
		Incisivos con cara anterior semiplana . . . . .	Molares superiores con una sola estría	<i>Palaeomys.</i>
		Molares superiores con tres estrías . . . . .	<i>Castor.</i>	

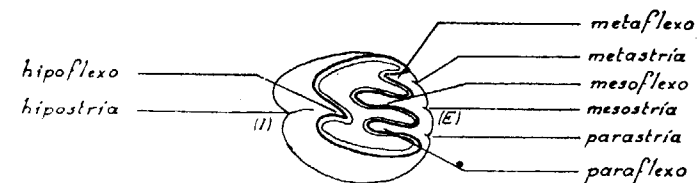
(\*) La presente clave, original de M. Crusafont y J. F. de Villalta, constituye únicamente un ensayo a base de caracteres dentarios, puesto que los craneanos son, en la mayoría de las especies, desconocidos.

## ESTRUCTURA Y NOMENCLATURA DENTARIA

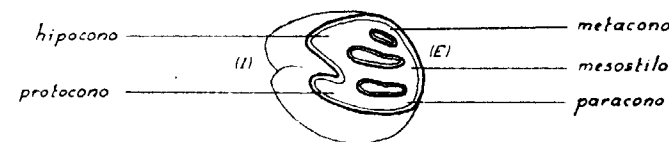
A lo largo del presente trabajo utilizaremos la nomenclatura dentaria propuesta por Stirton (1) para los Castóridos, con algunas pequeñas modificaciones y adiciones a la misma, prescindiendo aquí de la razón en que este autor se apoya para su establecimiento. Para ello parte de la suposición de que los Castóridos proceden de las ardillas primitivas del Eoceno, basándose en la opinión de Matthew (22), la que después ha sido puesta en duda por Simpson (16). De todos modos, la citada nomenclatura dentaria, basada en la teoría de la trituberculia, es verdaderamente cómoda para nuestros propósitos. Es evidente que hay que meto- dizar la observación de cada uno de los accidentes dentarios al realizar el análisis de las piezas en los sucesivos estadios de desgaste, pues como hemos dicho más arriba, la superficie oclusal experimenta durante el mismo importantes variaciones de arquitectura y aun de forma, que es preciso conocer lo más detalladamente posible. Para ello, es mucho más cómodo establecer una nomenclatura estable y concreta para mayor claridad en la exposición de los detalles de variación.

Los dientes de los Castóridos ofrecen en las caras lingual y labial unas hendiduras longitudinales que denominaremos *estriás* en los molares superiores y *estriás* en los inferiores. Existe siempre una única estria en la *cara interna* de las piezas superiores, a la que llamaremos *hipostría*, y otra, única, en la *cara externa* de los inferiores, que se denominará *hipostría*. El máximo número de

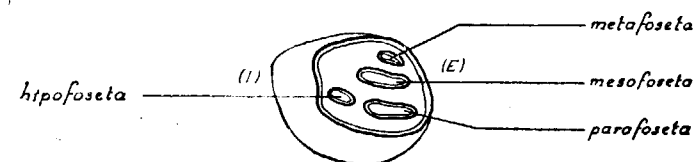
*estriás externas* en los molares superiores es de tres, que, de delante hacia atrás, se conocerán respectivamente con los nombres de *parastría*, *mesostría* y *metastría*. Asimismo,



FLEXOS Y ESTRÍAS



CONOS



FOSETAS

Fig. 1.—Toponimia de los accidentes dentarios de las piezas superiores en los Castóridos.—(I) Cara interna o lingual.—(E) Cara externa o labial.—Adaptado de Stirton.

mo, el máximo número de estriadas *internas* en las piezas inferiores es de tres, que serán por el mismo orden: *parastría*, *mesostría* y *metastría*.

Las *estriás* o hendiduras se corresponden en la superficie oclusal con unas inflexiones de la dentina, que son



abiertas hacia el exterior en los estados de poco desgaste o, en general, cuando este desgaste no ha alcanzado el extremo final inferior de las estrías, y cerradas formando iso-

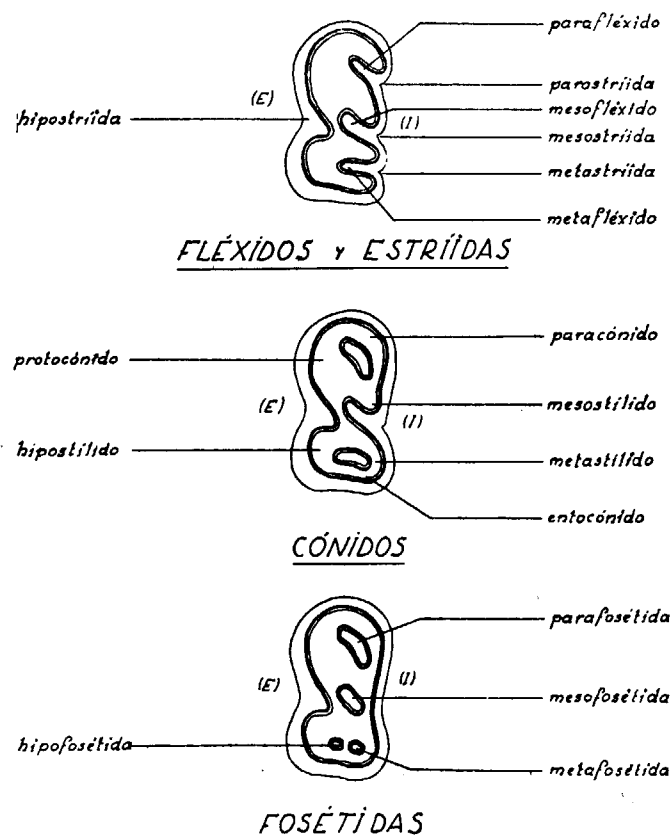


Fig. 2.—Toponimia de los accidentes dentarios de las piezas inferiores de los Castóridos.—(I) Cara interna o lingual.—(E) Cara externa o labial.—Adaptado de Stirton (1).

tes cuando se ha traspasado el límite de aquél. En el primer caso, tenemos los *flexos* para los molares superiores (*hipoflexo*, *paraflexo*, *mesoflexo* y *metaflexo*) y los *fléxidos* para los inferiores) *hipofléxido*, *parafléxido*, *mesofléxido* y

*metafléxido*). En el segundo caso se tratará de *fosetas* para las piezas superiores (*hipofoseta*, *parafoseta*, *mesofoseta* y *metafoseta*) y de *fosétidas* para las inferiores (*hipofosétida*, *parafosétida*, *mesofosétida* y *metafosétida*). Los *conos* y *cónidos* (y *estilos* y *estilidos*) están aislados por los *flexos* (o *fosetas*) y por los *fléxidos* (o *fosétidas*). En los molares superiores, dos *conos* internos: uno anterior o *protocono* y otro posterior o *hipocono*; en la cara externa y de delante hacia atrás: *paracono*, *mesostilo* y *metacono*. En los molares inferiores y cara externa: uno anterior o *protocónido* y otro posterior o *hipostílido*; en la cara interna cuatro, que son, respectivamente: *paracónido*, *mesostílido*, *metastílido* y *entocónido*.

En algunos casos existen en las piezas, tanto superiores como inferiores, algunas fosas o islotes accesorios que no forman nunca *flexos* por no corresponderse con *estrías* exteriores; a estos accidentes los nombraremos añadiendo el prefijo *pro* o *sub* seguido del nombre de la *foseta* o *fosétida* que le sigue o antecede, dando siempre preferencia a la más anterior. Así por ejemplo, una *foseta* anterior a la *parafoseta* será una *proparafoseta*; una *fosétida* anterior a la *mesofosétida* (o sea posterior a la *parafosétida*) será una *subparafosétida*. A veces faltan uno o varios accidentes del total de los nombrados (lo cual es, por lo demás, un carácter diferencial entre algunos géneros), y en una misma especie varía, asimismo, el número según las piezas consideradas. Por la posición de los accidentes que existen, se deduce cuáles son los que faltan.

Por fin, existe aún un detalle que conviene tener en cuenta: cuando empieza a desgastarse el diente, las puntas o tubérculos (*conos* y *cónidos* y *estilos* y *estilidos*), experimentan un ligero desgaste que da lugar a falsas *fosetas* a *fosétidas*, cuyo origen se reconoce por su

situación topográfica en la superficie oclusal colocados entre los flexos. Las llamaremos *pseudofosetas* o *pseudofosétidas*.

Para la mayor comprensión de lo expuesto, hemos incluído unos dibujos ideales, señalando la posición de los accidentes dentarios en las piezas superiores e inferiores, figurando el número *máximo de accidentes* primarios (no constan las fosas accesorias ni las pseudofosas).

Inútil insistir en la importancia de la observación a través del desgaste de la extensión e importancia de los accidentes odontológicos y aun de su situación dentro del área oclusal, puesto que en algunos casos (*S. depereti*, por ejemplo), no siendo las estrías paralelas a los bordes longitudinales de las piezas, sino inclinadas y, a veces, encorvadas, esto trae como consecuencia desviaciones progresivas de los flexos y fosetas en otros sentidos que el inicial. Por lo demás, es importante la determinación del momento en que un determinado flexo se convierte en foseta (o un fléxido en fosétida), en relación con los demás y en razón de la longitud proporcional de las distintas estrías entre sí, lo cual, por lo demás, está relacionado con el grado de mayor o menor hipsodontia de los molares, que, como se sabe, crece a medida que los filums van envejeciendo (las formas arcaicas son más braquidontas y con estrías en menor número y más cortas; las evolucionadas presentan piezas progresivamente hipsodontas y con mayor número de estrías y más largas).

Es tan importante el cambio de la estructura oclusal en razón del desgaste que, observada una serie dentaria relativamente fresca y otra de la misma especie perteneciente a un individuo más viejo, parece a primera vista que se trata de animales completamente distintos. A esto se alía la variación de la forma (perfil) y de la extensión (dimen-

siones) del área oclusal, pues las piezas no son cilíndricas, sino que, en realidad, dentro del aspecto más o menos tubuliforme, se ensanchan o deprimen de la cima a la base, a veces en el sentido linguo-bucal, a veces en el próximo-distal.

También es de sumo interés la observación de la región radical de las piezas dentarias: en las formas arcaicas existen verdaderas raíces en las cuales se observan algunas soldaduras dado el carácter recesivo de las mismas en razón de la progresiva hipsodontia que aparecerá en los molares a través de los filums. En las formas evolucionadas no existen ya verdaderas raíces, y la región radical es imperceptible por causa de la desaparición del *cuello* y la definitiva conversión en piezas de crecimiento continuo.

La creciente hipsodontia de los Castóridos (\*) se alía, como en otros grupos de mamíferos y singularmente en los Equidos, con la aparición de cemento en las caras exteriores de la dentina, según hemos podido observar en algunos ejemplares de los examinados en esta revisión (véase *Castor*).

Para sistematizar la observación de la arquitectura dentaria en razón del desgaste, hemos considerado útil numerar los distintos grados de aquél, en relación, naturalmente, con la longitud de la pieza. Hemos establecido seis estados, que se pueden concretar de la siguiente forma:

- (0) Germen.
- (1) Escaso desgaste.
- (2) Algo desgastado.
- (3) Desgaste medio.
- (4) Bastante desgastado.
- (5) Muy desgastado (senil).

(\*) Para el estudio de las tasas relativas de la hipsodontia evolutiva en los Castóridos véase el trabajo de Stirton (94).

Esta fórmula de numeración es particularmente interesante cuando se quiere comparar lo que sucede en un momento dado (igual grado *numérico* de desgaste) en las superficies oclusales de especies distintas, lo que permite afinar más precisamente en el análisis de la hipsodontia y evolución de las formas. Al describir, en las distintas especies, piezas de las cuales poseamos varios desgastes, iremos indicando sus estados por el número correspondiente de una manera paralela a la indicación de las variaciones observadas (\*).

Es necesario hacer constar que mientras el grado (5) se alcanza en los braquidontos cuando ya casi no existe corona dentaria, en los hipsodontos este mismo estado indica la existencia (por causa del crecimiento continuo) de una buena parte del diente dentro de su alvéolo. De una manera aproximativa puede decirse que en las formas más evolucionadas el estado senil se alcanza cuando aun queda un tercio de la longitud del diente. Cuando se trata de series inferiores más o menos completas y con *dentición definitiva*, se señalan *dos* estados de desgaste. Por ejemplo (3-4), indicando que el (3) es para el premolar y el (4) para los molares. En el caso de una *serie juvenil* es al revés. Por ejemplo (3-2), indicando que el (3) señala el desgaste del D y el (2) el de los molares.

La observación de los incisivos es también interesante, sobre todo cuando se analizan ejemplares separados de sus mandíbulas o maxilares; la superficie de desgaste es tallada a bisel, alargado en los incisivos inferiores, mientras que los superiores muestran un área de uso cóncava

(\*) Como los desgastes se dan sólo en la parte descriptiva, en donde no se incluyen citas bibliográficas, no puede existir confusión respecto de las cifras entre paréntesis.

y corta, mucho más corta que la de los inferiores, quedando saliente por la cara anterior sólo la capa de dentina que se desgasta con mayor dificultad. Por lo demás, los incisivos superiores aislados se distinguen fácilmente de los inferiores por ser mucho más curvos. Es notable la observación de la sección transversal de estas piezas, que ofrece importantes diferencias en las distintas especies, no sólo por lo que se refiere a la cara anterior esmaltada, sino a las otras dos, en cuanto a la anchura y superficie de las mismas.

Hemos dado aquí mucha importancia a los caracteres dentarios como elementos diferenciales, pues desgraciadamente los Castóridos suelen estar, en general, mal representados osteológicamente y aún más desde el punto cranelológico.

## PARTE DESCRIPTIVA

### Género *Palaeomys* KAUP

La pieza del gran Castórido hallado en Das (Cerdaña), anteriormente considerado por uno de nosotros como *Steneofiber jaegeri*, y el premolar procedente de Nombrevilla (Calatayud-Teruel), nos han sugerido la existencia en el Pontense de una forma francamente separable del género de Geoffroy, por sus especiales características que no concuerdan con las del filum *Steneofiber*. Esto, en todo caso, viene a confirmar la idea del ilustre profesor Stirton (1), quien separa la forma *Palaeomys castoroides* Kaup, hallada en Weisenau, del *Steneofiber jaegeri* (Kaup),

de abundantes yacimientos europeos, y con la cual se ha dado en sinonimia por la mayoría de los autores.

A lo único que formulamos reservas es a su opinión de considerar el *Chalicomys jaegeri* Kaup, de Eppelsheim, como igual a *Palaeomys*, y en la de incluir todos los *Steneofiber jaegeri* de Europa (= *S. eseri*, partim) en su nuevo género *Monosaulax*. De todos modos, véanse nuestras consideraciones más adelante, al hablar de la especie *S. jaegeri*. El mérito indiscutible de Stirton es el de haber logrado observar en unas piezas escasas y desgastadas unos caracteres suficientemente importantes para separarlas en un género diferente (*Palaeomys*). Las piezas de Das y de Nombrevilla parecen venir a confirmar la indicada separación. Desgraciadamente no es posible aún dar detalles de la dentición inferior de *Palaeomys*, puesto que nuestras piezas son también superiores. Los caracteres de éstas son concordantes, dentro de lo que es factible comparar, con las figuradas por Kaup del yacimiento de Weisenau (23), (24), (1), y además se separan de sus análogas en *Steneofiber*.

La existencia de una subparafoseta en el P 4 superior, y la similitud del mesoflexo del M 1 también superior, son características que concuerdan con la forma de Weisenau. *Palaeomys* difiere, en cambio, de *Steneofiber* por ser mucho más hipsodonto, lo cual se alía a la existencia de una hipostría hasta la base de las piezas (en *Steneofiber* sólo hasta alrededor de la mitad de la altura de la corona); la inexistencia de raíces (existentes, aun cuando con cierta atrofia en *Steneofiber*); la impronta en S de estas piezas (también observable en el M 1 figurado por Kaup). La mayoría de estos caracteres dan clara idea de una forma mucho más evolucionada que la especie contemporánea de *Steneofiber* (*S. jaegeri*), por lo que evidentemente no

debe relacionarse de ningún modo con este filum. Además, en la misma cubeta de Cerdaña (Estavar) ha sido también hallado el *Steneofiber jaegeri*, con sus caracteres peculiares más arcaicos (2).

El diagnóstico que permiten establecer las piezas hasta hoy halladas difiere poco del intento de Stirton, pero lo completa, y por ello consideramos a nuestro *Palaeomys castoroides* como un hipotipo de la especie de Kaup. Lo señalamos actualmente de una manera todavía provisional, como sigue:

*Dientes hipsodontos. Hipostría de las piezas superiores llegando hasta la base. P 4 superior, con subparafoseta y con dos estrías externas relativamente cortas (no alcanzando la mitad de la altura), aunque más largas que en Steneofiber. Molares superiores con impronta en S y con una estría externa. Nunca existe hipofoseta. Piezas superiores sin raíces.*

Especie descrita:

*Palaeomys castoroides* Kaup.

#### **Palaeomys castoroides KAUP**

**PIEZAS DESCRITAS:** Dos series superiores, una derecha y otra izquierda con P 4-M 2 (1-2). *Genohipotipo*. Ponticense de Das. Col. Museo Martorell de Barcelona. Un P 4 superior izquierdo (0). Ponticense de Nombrevilla. Col. Villalta-Crusafont, n.º 2.213.

Las piezas aquí descritas completan el genotipo creado por Kaup (23) (24), a base de unas piezas de Weisenau, poco características por su escasez y estados de desgaste y



conservación. Por ello consideramos que los ejemplares que damos a conocer hoy han de ser considerados como hipotipos en el diagnóstico genérico intentado por Stirton (1) y completado, en parte, por nosotros.

#### DESCRIPCIÓN:

P 4 superior (0) y (1).—De sección con tendencia a cuadrangular y de base cuadrada, sin raíces. Hipostría llegando a la base y con dos estrías externas bastante cortas, no alcanzando la mitad de la altura del diente. En (0) el paracono se une, por medio de una cresta, con el protocono, quedando los dos casi aislados del resto. El mesostilo se une con el hipocono, y el metacono (aislado) tiene detrás una pseudofoseta. En (1) el paraflexo es fuerte y se pone casi en contacto con el hipoflexo, aislando un lóbulo. El mesoflexo es muy fuerte y dirigido oblicuamente hacia el borde póstero-inferno. Existe una subparafoseta. Metafoseta relativamente grande, paralela al mesoflexo. Existe una submesofoseta probablemente vestigial. Hipoflexo fuerte y en contacto con el extremo del paraflexo.

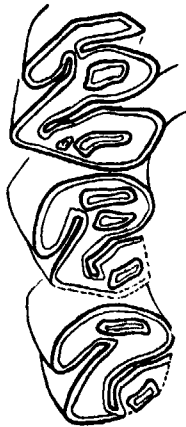


Fig. 3.—*Palaeomys castoroides* Kaup. P 4-M 2 sup. der. (desg. 1-2). Tamaño 2,5:1. Pontienne. Das (Cerdaña). Col. Mus. de Barcelona. Genohipotipo.

M 1 superior (2).—De sección cuadrangular, casi cuadrada, impronta en *S* (algo parecida a *Dipoides*), con hipostría hasta la base y una sola estría (mesostría) que no alcanza la mitad de la altura. Parafoseta paralela al borde anterior del diente. Existe una subparafoseta. Mesoflexo curvo dirigido a la mitad de la cara posterior del diente. Metafoseta situada diagonalmente en el borde

antero-externo del diente. Hipoflexo fuerte, dirigido hacia delante y en contacto con la parafoseta.

M 2 superior (2).—De sección cuadrada, con impronta en *S* no tan marcada como en el M 1, con hipostría hasta la base y con una sola estría externa (mesostría) que no alcanza la mitad de la altura del diente. Parafoseta igual que en M 1. No existe subparafoseta. Mesoflexo y metafoseta igual que en M 1. Hipoflexo fuerte, menos oblicuo que en M 1 y en contacto con la parafoseta.

Las localidades de la presente especie son, hoy por hoy, las siguientes:

Alemania: Weisenau (localidad-tipo).

España: Das (Cerdaña), en Gerona y Nombrevilla (cuenca de Calatayud-Teruel) en Zaragoza.

#### DIMENSIONES (\*):

P 4 sup.:	Longitud .....	7,90-8,28 mm.
	Anchura .....	8,95-9,30 —
M 1 sup.:	Longitud .....	6,57 —
	Anchura .....	7,35 —
M 2 sup.:	Longitud .....	7,00 —
	Anchura .....	6,88 —

#### Género *Castor* LINNÉ

El nombre genérico de *Castor* fué establecido por Linné para los Castóridos actuales; dentro de la familia, con sus representantes fósiles y vivientes, forma un grupo muy definido y característico que se separa ampliamente

(\*) Las dimensiones de las piezas aisladas descritas a lo largo del presente trabajo están tomadas en la base de las mismas, o sea en el desgaste (5).

de los demás géneros fósiles, muchos de los cuales se revisan en el presente trabajo. Como último representante de los Castóridos modernos, se caracteriza por la hipsodontia marcada de sus piezas dentarias, que llega a su grado máximo junto con el recientemente extinguido *Trogontherium*, y en mayor grado todavía que los géneros *Palaeomys* y *Dipoides*, extintos, según parece, a principios del Plioceno. La progresiva hipsodontia se advierte claramente, según hace notar muy bien Stirton (1), a través de la historia paleontológica de los Castóridos, aliada a la sucesiva atrofia del sistema radical, convirtiéndose lentamente en piezas de crecimiento continuo; al propio tiempo, se complican con la profundidad y crecimiento de los surcos o flexos en la superficie oclusal para adaptarse a una dieta más herbívora. Nosotros hacemos hincapié aquí en la aparición de cemento protectorio de la dentina, paralela al desarrollo de la máxima hipsodontia, cosa que hasta el presente, y según nuestros conocimientos, no se había hecho notar.

El género *Castor*, como más hipsodonto, se caracteriza por la presencia de hipostrías e hipostrídas hasta la base de las piezas, que están abiertas por su región inferior como consecuencia de la completa atrofia de las raíces. Asimismo, se desarrolla un número de tres estrías externas en los molares superiores y de tres estrídas internas en los inferiores, llegando también hasta la parte inferior de las piezas, lo cual significa el máximo progreso hipsodóntido entre los géneros aquí estudiados.

En el comienzo de los descubrimientos paleontológicos, todos los restos fósiles de Castóridos se refirieron casi por regla general al único género reciente; pero a medida que se perfeccionó la observación de los caracteres de los representantes extinguidos, por el progresivo

conocimiento de nuevos y nuevos hallazgos, se perfilaron mejor las diferencias taxonómicas y se crearon los géneros arcaicos.

Los caracteres anteriormente señalados, junto con otros asimismo importantes, como la forma rectangular del primer premolar inferior, la impronta triangular del P 4 superior, la disposición de las piezas en el maxilar y la arquitectura oclusal como reflejo del sistema de estrías y del alargamiento de las piezas, bastan para separar el género de Linné de los demás géneros fósiles, más aún de las formas braquidontas, pues esta diferencia constituye, como dice Simpson (25), neta separación genérica. De los demás géneros hipsodontos se separa por otras características y principalmente por el número de estrías y estrídas.

Mucho se ha discutido el origen del género *Castor* (*sensu stricto*), que algunas veces se ha hecho remontar hasta el Pontiense, sin que hasta el presente se haya podido demostrar de una manera fehaciente, lo que precisamente tendrá efecto en el presente trabajo. Algunos Castóridos fósiles de Mongolia y de China (Pontiense de Ertemte, Olan Chorea, etc.), anteriormente considerados como del presente género, *C. andersoni* (Schlosser) (26) (= *Chalicomys andersoni* Schlosser); *C. broilii* Teilhard de Chardin et Young (27) y *C. zdanskyi* Young (28), han sido colocados más tarde por este último autor dentro de su nuevo género *Sinocastor* (29). Existe únicamente el pretendido *Castor neglectus* Schlosser (30) del Bohnerz de Melchingen, al que pudieran referirse, según Stirton, algunos Castóridos franceses procedentes de Soblay y de algunas otras localidades. Actualmente pues, hecha la salvedad de esta especie de Schlosser, por lo demás fundada en un solo premolar superior, se creía que los primeros representantes del género aparecían en el Plioceno. En

el presente trabajo se demuestra la existencia evidente de representantes del género *Castor* en el Pontiense por una nueva especie, que se describe más adelante como *Castor vidali*, que procede del yacimiento de Seo de Urgel, en nuestra provincia de Lérida.

En el Plioceno existe el *C. praefiber* Depéret, que se ha reportado más tarde a una pequeña especie de *Trogotherium* (31); el *C. plicidens* del Villafranchiense del Val d'Arno y de Morigen (Suiza) (32) y el *C. fiber*, que se extiende desde el Plioceno medio hasta los tiempos actuales, contituyendo con *C. canadensis* Kuhl las dos únicas especies vivientes.

Especies descritas:

*Castor vidali* nova sp.

*Castor fiber* Linné.

***Castor vidali* NOVA SP.**

PIEZAS DESCRITAS: Una mandíbula izquierda con el incisivo fragmentado dentro del cuerpo de la mandíbula y con P 4-M 3. Una mandíbula derecha (mismo individuo) con P 4-M 2. Desgaste (2-3). Pontiense de Seo de Urgel (Lérida). Col. Guerin, núm 58. *Holotipo.*

Dos mandíbulas de un gran Castórido, a una de las cuales le falta el M 3, procedentes del yacimiento de la Teuleria del Firal, en Seo de Urgel, dentro de la pequeña cubeta miocénica del mismo nombre, fueron señaladas por primera vez por uno de nosotros en su descripción de los mamíferos fósiles de Cataluña (3); más tarde el mismo, en un nuevo trabajo (8), dió una somera descripción de las

mismas, atribuyéndolas a la especie *Steneofiber jaegeri*. Las piezas indicadas fueron halladas por el Sr. Colominas y fueron mostradas a don Luis Mariano Vidal, quien las atribuyó al género *Castor*; más tarde pasaron a la colección particular de don Mario Guerin, gran amante de nuestra paleontología, y a la amabilidad y colaboración del cual debemos la oportunidad de poder revisarlas hoy junto con los demás ejemplares de su museo particular.

El gran Castórido de Seo de Urgel, aun cuando posee unas dimensiones muy análogas a las del gran *Steneofiber jaegeri*, no puede incluirse dentro de este género por sus especiales caracteres que le reclaman para el género de Linné. En efecto, la forma de su premolar inferior, la existencia de tres estríidas

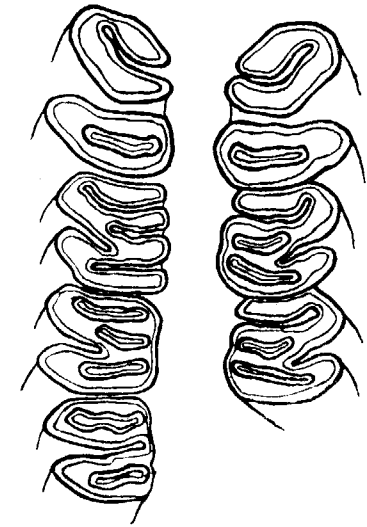


Fig. 4. - *Castor vidali* nova sp. Series dentarias inferiores, derecha e izquierda (desg. 2-3). Pontiense de Seo de Urgel (Lérida). Col. Guerin. *Holotipo.*

internas en todas las piezas inferiores, la simplicidad de su sistema de surcos, su marcada hipsodontia, bien destacable a pesar del desgaste de los dientes y la presencia de abundante cemento, todo ello es típico del género *Castor* y al mismo lo referimos en la presente revisión.

El *Castor* catalán difiere de las especies conocidas por un carácter muy notable, como es el gran desarrollo de su premolar inferior, y por la amplia unión en esta pieza del mesofléxido con el hipofléxido formando un surco rellena-

do de cemento, el cual divide el premolar en dos pilares bien separados. La desproporción y arquitectura de esta pieza le separan claramente del *C. fiber* y *C. plicidens*. Respecto de esta última especie del Val d'Arno, tenemos que hacer notar aquí, como carácter diferencial (al cual alude el nombre específico), la mayor simplicidad de los fléixidos y fosétidas en nuestro fósil en comparación con aquélla.

#### DESCRIPCIÓN.

I. Los incisivos inferiores presentan la cara del esmalte con superficie semiplana, y su sección es triangular equilátera.

P 4 (2).—El premolar inferior tiene sección oval alargada transversalmente, con hipostríida hasta la base y con abundante cemento. Existen tres estríidas, la más larga y fuerte de las cuales es la mesostríida, siguiendo en importancia y longitud la parastríida. Parafléixido curvado y dirigido hacia adelante. Mesofléixido unido con el hipofléixido formando un surco relleno de cemento que divide la pieza en dos pilares. El metafléixido, en este estado de desgaste (2), es casi ya una metafosétida (en la pieza derecha ya lo es), y está situado paralelamente al mesofléixido.

M 1 inferior (3).—De sección cuadrangular, con hipostríida hasta muy cerca de la base y con cemento. Tres estríidas, de las cuales la primera es la más fuerte y larga. Parafléixido fuerte y paralelo al mesofléixido. Mesofléixido que se convierte pronto en mesofosétida, pues ya lo es en el desgaste (3), y con el extremo en contacto con el hipofléixido. Metafléixido convertido en metafosétida. Hipofléixido con el extremo situado entre el meso y el metafléixido.

M 2 inferior (3).—Esta pieza ostenta exactamente las mismas características que la anterior.

M 3 inferior (3).—De sección oval redondeada, con hipostríida hasta casi la base y con tres estríidas cortas. Parafoseta casi paralela al borde anterior y colocada de lado a lado del diente. La mesofosétida se ha unido con el hipofléixido, formando un surco único. Metafosétida fuerte y paralela a la anterior. Hipofléixido, como hemos dicho, soldado al mesofléixido.

#### DIMENSIONES:

Longitud de P 4 a M 3 (coronas).....	31,50 mm.
Anchura del incisivo. ....	7,50 —
P 4: Longitud.....	11,61-12,08 —
Anchura.....	9,20- 9,28 —
M 1: Longitud.....	7,00- 7,42 —
Anchura.....	7,99- 8,22 —
M 2: Longitud.....	7,82- 7,37 —
Anchura.....	7,99- 7,76 —
M 3: Longitud.....	8,20 —
Anchura.....	6,62 —
Altura de la mandíbula (cara interna) c. a.	24,00 —

Por todo lo dicho hasta aquí, consideramos al gran castor de Seo de Urgel como una nueva especie del género actual, que inaugura así su historia filogenética desde el Pontiense, y para la misma proponemos el nombre de *Castor vidali*, en homenaje al insigne Ingeniero de Minas y eminente geólogo catalán don Luis Mariano Vidal.



**Castor fiber** LINNÉ

PIEZAS DESCRITAS: Una mandíbula inferior derecha con el I y P 4-M 3 (4-5). Dos P 4 inf. izquierdos (2). Un M 3 inf. derecho (1). Un maxilar izquierdo con P 4-M 3 (4). Un P 4 sup. derecho (2). Dos P 4 superiores, uno derecho y otro izquierdo (4). Un P 4 sup. izquierdo (5). Un M 2 sup. izquierdo (3). Un M 3 sup. derecho (2). Fragmentos de I superior. Pleistoceno. Cavernas de Olazagutía, en Navarra. Col. Excma. Diputación de Guipúzcoa.

El hallazgo de la especie de Linné en España es muy interesante, pues prolonga hasta nuestro país el área de hábitat de este roedor durante el Pleistoceno en Europa, y en cuyo período, junto con *Trogontherium*, vivió ampliamente diseminado por el ámbito del Antiguo Continente, y mientras que este último género se extingue inmediatamente después del Tirreniense, según Dubois (33), *Castor* se prolonga hasta los tiempos actuales.

*Castor fiber* se conoce desde el Plioceno medio, y aunque han sido descritas muy numerosas variedades, no es posible, en la opinión de Schreuder, establecer con ellas ningún nombre diferente. La distribución geográfica de la especie es máxima durante el Cuaternario antiguo, del cual se han señalado muy numerosas localidades que consideramos prolijo enumerar; baste saber que se extendió por casi todo el ámbito europeo y buena parte del Asia central y septentrional. Actualmente, y durante los tiempos históricos, la especie parece tender a extinguirse, y va retrayendo lentamente su área dispersiva por la

acción persecutoria del hombre, que en algunas épocas ha sido verdaderamente encarnizada (\*).

La cita de esta especie en España (\*\*) se debe a nuestro

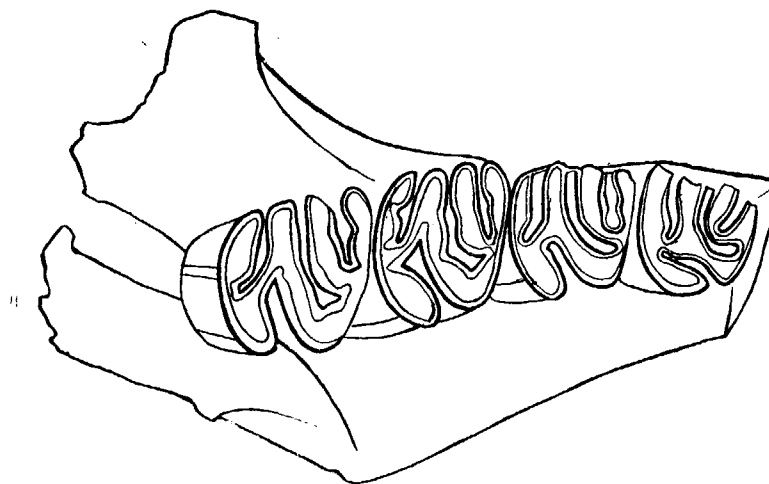


Fig. 5.—*Castor fiber* Linné. Fragmento de maxilar con la serie superior izquierda (desgaste 3-4). Tam. 2,5:1. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra). Col. Excma. Diputación de Guipúzcoa.

dilecto colega el Padre Ruiz de Gaona, quien la dió a conocer al describir la fauna de una caverna pleistocénica de

(\*) Así, por ejemplo, se tienen noticias de que en Inglaterra aún vivía en el siglo XIII, y existen nombres topográficos que aluden a ello; en Francia se ha hallado en las turberas del Somme, en París, en Auvernia y en el Languedoc, lo que demuestra su antigua ubicuidad; hasta el siglo IX estaba extendido por toda la Galia, y antes de la Edad Media vivía en los arrabales de París. Desde el siglo XVII es ya raro en la vecina nación (35).

(\*\*) Aunque el castor no vive actualmente en España, debió ser abundante en la antigüedad, ya que Strabón, en su «Geografía», Libro III, escribe: «Los ríos crían castores; pero el castoreo de Iberia no tiene las mismas excelencias que el pónico...». No tenemos datos posteriores, pero es muy posible que su desaparición en la Península no acaeciera sino hasta tiempos más modernos.

Olazagutía, en la provincia de Navarra (14). Las medidas, según se verá más adelante, caen dentro de las normales de la especie, la cual es en este sentido muy variable y no constituye por sí sola un carácter diferencial. Viret (34) señala importantes diferencias dentro de diversos individuos procedentes de los distintos yacimientos y niveles.

#### DESCRIPCIÓN:

*Piezas superiores:* P 4 superior (2), (4), (5).—En (2) sección más larga que ancha, después (5), casi cuadrada. Hipostría hasta la base y con cemento y con tres estrías muy largas, de las cuales la parastría es la más larga y la metastría la más corta. Paraflexo adosado a la porción ántero-interna del hipoflexo y con el desgaste (4), (5) tiene tendencia a acercarse a la cara anterior del diente. Mesoflexo siempre curvándose hasta ponerse casi en contacto con la cara interna. Muy fuerte; en los estados (4) y (5) se reduce cuando el metaflexo tiene la máxima longitud. Este es muy fuerte, máximo en estados avanzados de desgaste y paralelo al borde posterior del diente. Hipoflexo no muy fuerte, no alcanzando nunca la mitad de la anchura del diente, y está situado entre el para y el mesoflexo (\*).

M 1 superior (4).—De sección oval-transversal con hipostría hasta la base y con tres estrías, todas ellas rellenas de cemento. Paraflexo en contacto con la cara anterior externa del hipoflexo. En este ejemplar forma un espigón a la mitad de su longitud. Mesoflexo fuerte y dirigido hacia atrás, casi en contacto con el ángulo pósterointerno de la superficie oclusal. Metaflexo más débil, alcanzado por el mesoflexo y dirigido oblicuamente casi

(\*) Uno de los ejemplares examinados presenta un carácter de patología dentaria, consistente en una hipertrofia de la dentina en la base del diente.

en contacto con el extremo de aquél. Hipoflexo fuerte, dirigido hacia delante y alcanzando la mitad de la anchura del área oclusal.

M 2 superior (3), (4).—De sección cuadrangular. Su arquitectura es del todo análoga a la del M 1, y es igual en los estados (3) y (4).

M 3 superior (2), (4).—De sección cuadrada, con hipostría hasta la base y con tres estrías externas, de las cuales la mesostría es la mayor y la menor la metastría. El paraflexo es fuerte y disminuye de longitud con el desgaste (4),



Fig 6.—*Castor fiber* Linné Mandíbula derecha (desg. 4-5). Tam. 2 : 1. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra). Col. Excma. Diputación de Guipúzcoa.

siendo sensiblemente paralelo al borde anterior del diente. El mesoflexo en (2) unido al metaflexo, después se separa (4) y abraza a éste. El metaflexo en (4) es pequeño y dirigido hacia delante. Hipoflexo en (2) entre el paraflexo y el mesoflexo, después (4) dirigido hacia delante y se pone en contacto con la cara anterior del primero.

*Piezas inferiores.*—I. La superficie anterior es semiplana y la sección triangular con la cara interna más estrecha que la externa, no adquiriendo, por tanto, la forma de un triángulo equilátero.

P 4 inferior (2), (4).—La sección en (2) es oval-alargada y más estrecho por la porción anterior. En (4), tendencia a hacerse rectangular longitudinalmente. Con hipostría hasta la base y con tres estrías internas, de las cuales la

más larga es la parastríida y la más corta la metastríida; todas ellas con cemento abundante. El parafléxico se dirige hacia delante con tendencia a ponerse en contacto con la cara anterior del diente, donde en algún caso existe una prohipostríida, quedando entonces aislado un pequeño pilar anterior formado por el paracónido. Después (4) aumenta de longitud y pierde contacto con la cara anterior (cuando se ensancha la pieza por delante). El mesofléxico en (2), en amplio contacto con el hipofléxico, separándose de él en (4). Metafléxico siempre fuerte y paralelo al mesofléxico. Hipofléxico en (2) se dirige hacia atrás con el extremo situado entre el meso y el meta; luego (4), se alinea con el mesofléxico.

M 1 inferior (5).—De forma rectangular longitudinal, con hipostríida hasta la base y con tres estríidas internas casi apuradas en este estado; todas ellas con cemento. Parafléxico fuerte y paralelo al mesofléxico. Este en contacto con el hipofléxico. Metafléxico ya convertido en (5), en metafoseta. Hipofléxico con el extremo situado entre el meso y el metafléxico.

M 2 inferior (5).—De forma y estructura igual al anterior.

M 3 inferior (1), (5).—Forma siempre oval, más ancho de delante que de atrás, con hipostríida hasta la base y con tres estríidas hasta cerca de la misma; todas ellas con cemento. Parafléxico casi paralelo al borde anterior, acercándose mucho su extremo a la cara externa y no variando con el desgaste, de (1) a (5). Mesofléxico en (1), unido al metafléxico, dejando un islote de esmalte (pseudofose-ta); luego (5) se separan y se ponen casi en contacto por su extremo con el hipofléxico. El metafléxico en (1) unido al meso; después es fuerte y paralelo al anterior. El hipofléxico siempre con el extremo situado entre el meso y el metafléxico (1), (5).

## DIMENSIONES:

*Piezas inferiores.*

Longitud de P 4 a M 3 (coronas) .....	33,5 mm.
P 4: Longitud .....	9,57-9,22 —
Anchura .....	7,40-8,60 —
M 1: Longitud .....	8,27 —
Anchura .....	7,80 —
M 2: Longitud .....	8,70 —
Anchura .....	7,39 —
M 3: Longitud .....	7,20-8,60 —
Anchura .....	6,34-6,30 —
Anchura del incisivo .....	7,5 —
Altura de la mandíbula (cara interna) ....	24,0 —

*Piezas superiores.*

Longitud de P 4 a M 3 (coronas) .....	27,0 mm.
P 4: Longitud .....	7,50-8,52 —
Anchura .....	7,30-9,32 —
M 1: Longitud .....	7,25 —
Anchura .....	7,90 —
M 2: Longitud .....	6,10-6,37 —
Anchura .....	6,92-7,20 —
M 3: Longitud .....	6,60-7,56 —
Anchura .....	6,15-6,70 —

Olazagutía (Navarra) es, por el momento, la única localidad pleistocénica de la presente especie en España (\*).

Las localidades del Pleistoceno europeo son abundantísimas y consideramos que resultaría prolijo enumerarlas

(\*) Al finalizar la redacción de este trabajo hemos tenido noticias de otra localidad española de la especie: Cueva del Caballón, cerca de Oña, en Burgos, descubierta en 1916, y cuya interesante fauna fué estudiada por Schlosser en 1921 (30).

aquí detalladamente. Por lo demás, véase el capítulo de distribución geográfica de los Castóridos cuaternarios de Europa (*Castor* + *Trogontherium*).

### Género *Steneofiber* GEOFFROY SAINT-HILAIRE

El nombre genérico de *Steneofiber* fué establecido en 1833 por Geoffroy Saint-Hilaire (36), por un cráneo procedente del Departamento del Allier, descubierto en la localidad de Langy, aunque no se determinó el tipo de la especie genotípica. De las descripciones posteriores se deduce que ésta es el *S. castorinus* Pomel, del Aquitaniense. Las escasas o defectuosas representaciones y descripciones dadas por los paleontólogos del siglo pasado, y la no minuciosa caracterización de los genotipos, ha creado en este grupo de los Castóridos de Europa un enorme confucionismo, en el que los nombres de *Steneofiber*, *Chalicomys*, *Palaeomys*, *Castor*, etc., se han dado muchas veces como sinónimos. La inclusión de los antiguos *Steneofiber* americanos —por parte de Stirton— dentro de los géneros *Palaeocastor* y *Monosaulax*, ha convertido aquél en un género exclusivamente europeo. Ya hemos dicho que este paleontólogo ha realizado una interesante labor de caracterización de los géneros, estableciendo diagnósticos precisos para los mismos (1). Los datos obtenidos en esta revisión, aplicados a los Castóridos de Europa, sin embargo, le obligan a aceptar sólo una especie de *Steneofiber*, el *S. castorinus* Pomel ya citado, pues Stirton incluye con dudas el *S. depereti* (por lo menos en parte) dentro del género *Palaeocastor* y el *S. jaegeri* queda fraccionado en dos géneros: *Monosaulax* y *Palaeomys*. En realidad Stehlin y otros autores han hecho ver la rigurosa continui-

dad del filum de *Steneofiber* en Europa desde el Estampiense hasta el Pontiense inclusives, a través de las especies *S. castorinus*-*S. depereti*-*S. jaegeri*, cuyos eslabones van marcando sucesivas mutaciones estratigráficas con relativamente escasas diferencias morfológicas. Desgraciadamente, aparte de la especie del Aquitaniense (por los magníficos cráneos bien conservados que proceden de Saint Gérard-le-Puy) no es posible relacionar dichas especies más que por la estructura dentaria. La fragmentación del filum europeo de *Steneofiber* por parte de Stirton resulta, a nuestro modo de ver, de la excesiva importancia dada a un solo carácter, como la forma de la cara anterior de los incisivos, pues en muchos casos es difícil concretar una diferenciación precisa entre una cara anterior semillana (o sea *algo* convexa) y una cara convexa. Por lo demás, es evidente que en algunas de las especies europeas se han encontrado ejemplares demostrativos de que los incisivos muestran algunas variaciones en individuos diferentes que proceden de un mismo yacimiento (\*).

Es evidente que la rama de los *Steneofiber* europeos constituye un grupo muy homogéneo, de tal modo que incluso resulta difícil separar las formas del Estampiense de las del Aquitaniense, y éstas de las del Burdigaliense, por ejemplo (42). Los caracteres dentarios en conjunto obligan a catalogar todas estas especies dentro de un mismo género: forma en 8 del premolar inferior (es decir, con dos lóbulos, de los cuales el anterior es más alargado y estrecho); sección cuadrada del P 4 superior; existencia de

(\*) El mismo Stirton (op. 1, pág. 400) al referirse a los ejemplares de Saint Gérard-le-Puy, con incisivos semiplanos, duda, de todos modos, de si incluirlos o no dentro de *Steneofiber*, por lo cual implícitamente parece admitirse lo poco estable de esta diferenciación.



hipostrías cortas; impronta general de los dientes, etcétera. De otra parte, se ha observado un progresivo aumento en tamaño del P 4 inferior en relación con la longitud total de la serie, a través del filum *Steneofiber*, lo que relaciona las diversas especies estratigráficas entre sí.

El hallazgo de unos molares superiores, llevado a cabo por nuestros distinguidos amigos los Dres. Pardillo y Marcet, en los lignitos de Das, en la Cerdaña española, que corresponden a la descripción dada por Kaup a su *Palaeomys castoroides* de Weisenau, viene a dilucidar una cuestión confusa, pues a nuestro entender se trata de una forma que no tiene nada que ver con el *Steneofiber jaegeri*, con el cual se ha dado muchas veces en sinonimia. Es una forma mucho más evolucionada e hipsodonta, claramente separable de *Steneofiber* (ver género *Palaeomys*).

Por la misma razón ya apuntada anteriormente, y de acuerdo con muchos de los ejemplares observados por nosotros en los museos franceses y suizos, nos resistimos a incluir, como hace Stirton, una buena parte de los *Steneofiber jaegeri* (o *eseri*) dentro del género *Monosaulax*; al admitir, por el contrario, la especie *Monosaulax minutus* en Europa, lo hacemos basándonos en otros caracteres en lugar de la sola consideración de la forma de los incisivos.

Resumidamente, pues, en este trabajo admitimos las siguientes especies para el género *Steneofiber*: *S. castorinus* Pomel, del Estampiense-Aquitaniense; *S. depereti* Mayet, del Burdigaliense-Vindoboniense, y *S. jaegeri* Kaup, del Vindoboniense-Pontiense (\*).

(\*) El *Steneofiber covurluiensis* Simionescu, de Malusteni, en Rumania, está defectuosamente representado, y no podemos pronunciarnos acerca de esta especie por no conocer los ejemplares. Por lo demás, consideramos rara la asociación de un *Steneofiber* con *Castor fiber* (37).

Refiriéndonos a la morfología dentaria, caracterizamos el género aquí considerado de la siguiente manera:

*Dientes medianamente hipsodontos, con raíces; incisivos generalmente con cara anterior semillana; hipostría de los dientes superiores llegando a la mitad de la altura de la corona; hipostríida de los dientes inferiores hasta casi la base; P 4 superior de sección subcuadrangular con dos estrías externas cortas; molares superiores con una sola estría externa, asimismo corta; P 4 inferior con pilar anterior más estrecho y alargado que el posterior, lo que da a la pieza una característica forma de 8 y con una sola estríida interna; molares inferiores con tres estríidas internas, siendo la mesostríida la más larga y la parastríida la más corta; D 4 inferior de la misma forma que el P 4, pero más pequeño y con una sola estríida interna bastante corta.*

Especies descritas:

*Steneofiber castorinus* Pomel.

— *depereti* Mayet.

— *jaegeri* Kaup.

#### ***Steneofiber castorinus* POMEL**

PIEZAS DESCRITAS: Un P 4 y un M I superiores derechos, probablemente del mismo individuo. Aquitaniense. Cetina de Aragón (Cuenca del Duero). Colección Villalta-Crusafont. Núms. 62.214-2.215.

Ya hemos dicho anteriormente que la especie aquitaniense es el genotipo de *Steneofiber*, primitivamente señalado por Geoffroy, de la localidad de Langy, en la

cuenca oligocénica del Allier, aunque sin referirse a nombre específico (36). La cuestión de la nomenclatura de esta especie ha dado lugar a un enorme confusionismo, por el hecho de no ponerse de acuerdo los distintos autores respecto del criterio a seguir en la prioridad. Bien es verdad que este problema estará siempre sujeto a diversas interpretaciones, pero creemos que sería necesario observar desde ahora en adelante un criterio fijo respecto de la denominación específica de una forma determinada, aplicando lo más rigurosamente posible las leyes establecidas en la cuestión.

Si bien es cierto que Meyer (38) es el primero en usar el nombre de *Steneofiber eseri*, hay que tener en cuenta que los materiales no fueron figurados por este autor. La primera figuración de los ejemplares referidos a la especie aquitaniense fué dada por Pomel con el nombre de *S. castorinus* en 1846 (39), y aunque más tarde, en 1853 (40) se refiere a las piezas de Langy y las denomina como *S. escheri* (probablemente dedicada al Dr. Escher y no a Finanzrath Eser, según sugiere Stirton), no puede él mismo anular la propia prioridad. Posteriormente a Pomel, el paleontólogo francés Gervais, en 1859 (41), al figurar los materiales de Langy, por vez primera establece el nombre de *S. viciacensis*, pero hay que tener en cuenta que no habiendo señalado Geoffroy genotipo alguno, el verdadero debe considerarse el figurado por Pomel en 1846 como *S. castorinus*.

Como consecuencia de la distinta discriminación de los hechos que hemos expuesto sucintamente, los paleontólogos modernos se han decantado por uno o por otro de los nombres específicos mencionados: Viret (42), por ejemplo, usa *S. eseri*, mientras que Stehlin (43) y Schlosser (26) utilizan el de *S. viciacensis* y Stirton (1) el de *S. castorinus*.

El hecho se ha complicado aun más por causa de haberse utilizado el nombre de *S. eseri* en sinonimia con la especie del Vindoboniense-Pontiense *S. jaegeri*. Nosotros, a tenor de lo expuesto en las líneas que preceden, hemos decidido adoptar el criterio del paleontólogo americano, que nos parece desde luego el más justo.

\* \* \*

Los escasos materiales que describimos a continuación fueron ya citados por nosotros como *Steneofiber castorinus*, en una nota presentada al Congreso en Córdoba de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (13). Proceden del yacimiento de la Casa de la Vega, en Cetina de Aragón (cuenca del Duero), en donde por vez primera hemos señalado los niveles fosilíferos como del Aquitaniense. Otros autores (44) (45), los han considerado como del Sarmatiense, pero es indudable que su fauna es mucho más arcaica. En efecto, las formas aliadas al Castórido en cuestión en el indicado yacimiento, revelan de una forma asaz convincente su edad oligocénica superior: *Amphicyon crassidens* Pomel, *Amphicyon lemanensis* Pomel, *Plesictis lemanensis* Pomel, *Stenogale* sp., *Cricetodon* sp., *Palaeochoerus meisneri* Meyer, *Dremotherium feignouxii* Geoffroy, *Amphitragulus major* Viret, *Amphitragulus houlangeri* Pomel y *Caenotherium commune* Bravard. Nuestros ejemplares fueron comparados por nosotros con los excelentes materiales del Museo de Historia Natural de Lyon, procedentes de Saint Gérand-le-Puy, de cuya procedencia la Colección Villalta-Crusafont posee dos magníficas mandíbulas, gracias al generoso desprendimiento del Dr. Viret.

## DESCRIPCIÓN:

P 4 superior (4).—De sección basal cuadrangular y con raíces; hipostría aproximadamente hasta la mitad de la altura de la corona y con dos estrías externas, de las cuales la parastría es la más corta. Parafoseta paralela al borde anterior del diente. Mesoflexo fuerte y encorvado hacia atrás. Existe una submesofoseta. Metafoseta pequeña y en el ángulo externo. Hipoflexo fuerte y casi en contacto con la parte anterior de la parafoseta, variando de posición por la curvatura longitudinal de la hipostría.



Fig. - 7. *Steneofiber castorinus* Pomel. P 4 y M 1 sup. der. Tamaño 2,5:1. Aquitaniense. Cetina de Aragón (Zaragoza). Colección Villalta-Crusafont.

M 1 superior (5).—De sección cuadrangular transversal, con hipostría a la mitad de la altura; no se ven ya las estrías externas. Parafoseta pequeña colocada frente al hipoflexo. Mesofoseta en forma de arco y con el extremo hacia la mitad de la cara distal. Existe una submesofoseta. Metafoseta pequeña en el ángulo externo. Hipoflexo muy oblicuo y dirigido hacia delante.

## DIMENSIONES:

P 4: Longitud .....	5,5 mm.
Anchura .....	6,0 —
M 1: Longitud .....	3,8 —
Anchura .....	4,8 —

Las localidades actualmente conocidas de la presente especie son las siguientes:  
Alemania: Eckingen y Haslach.

Francia: Cuenca del Allier (localidad-tipo: Langy, Saint Gérard-Le-Puy).

Suiza: Hohe Rone, Rochette y Kuttingen.

España: Cetina de Aragón (cuenca del Duero), en Zaragoza.

Las formas señaladas por Pomel del Estampiense de la Limagne (39), y por Stehlin del mismo nivel en la molasa suiza (43), en Moutier, constituyen probablemente ligeras mutaciones arcaicas de la presente especie y son los restos de Castórido más arcaicos conocidos.

***Steneofiber depereti* MAYET**

PIEZAS DESCRITAS: Una serie sup. izq. con P 4-M 3 (5); Col. Museo de Sabadell; núm. 1.000. Una serie sup. der. (mismo individuo) con P 4-M 1 (5); Colección Villalta-Crusafont; núm. 2.216. Una serie superior izq. con I (fragmentado) P 4-M 2 (3); Colección Muntada. Una serie sup. der. con P 4-M 2 (3); Col. Villalta-Crusafont; núm. 5.505. Una serie sup. izq. con M 1-M 2 (2); Col. Villalta-Crusafont; sin núm. Una serie sup. der. con M 1-M 2 (3); Col. Guerin; núm. 13. Un I izq.; Col. Mus. de Sab.; núm. 1.001. Dos I der.; Col. Villalta-Crusafont; núms. 5.494 y 5.497. Un I superior de leche; Col. Mus. de Sab.; núm. 1.002. Un P 4 sup. izq. (3); Col. Guerin; núm. 19. Un P 4 sup. der. (3); Col. Guerin; núm. 21. Un P 4 sup. izq. (0); Col. Guerin; núm. 11. Un P 4 sup. der. (1); Col. Guerin. Un P 4 sup. der. (4); Col. Guerin; núm. 15. Un P 4 sup. izq. (2); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.003. Un P 4 sup. der.; Col. Mus. de Sab.; núm. 1.004. Un M 1 sup. der. (4); Col.

Guerin; núm. 17. Un M 1 sup. der. (2); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.005. Un M 2 sup. der. (3); Col. Guerin. Un M 3 sup. der. (0); Col. Villalta-Crusafont; núm. 5.498. Un M 3 sup. izq. (3); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.006. Un M 3 sup. izq. (2); Col. Guerin; núm. 3.

Una mandíbula inferior derecha con I y P 4-M 3 (3-4); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.007. Una serie izq. (3-2) con D 4-M 3; Col. Villalta-Crusafont; núm. 5.496. Una serie der. con M 1-M 3 (2); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.008. Un fragmento de mandíbula con M 1-M 2 izq. (1); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.009. Un I izq.; Col. Guerin; núm. 6. Un I izq.; Col. Villalta-Crusafont; núm. 2.201. Un P 4 inf. izq. (1); Col. M. de Sab.; núm. 1.010. Un P 4 inf. der. (1); Col. Villalta-Crusafont; número 2.202. Un P 4 inf. izq. (2); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.011. Un P 4 inf. izq. (2); Col. Villalta-Crusafont; núm. 2.203.

Un P 4 inf. der.; Col. Guerin; núm. 18 (4). Un M 1 inf. der. (1); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.012. Un M 1 inf. izq. (2); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.013. Un M 1 inf. izq. (3); Col. Mus. de Sab.; número 1.014. Un M 2 inf. der. (2); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.015. Un M 2 inf. der. (2); Col. Villalta-Crusafont; núm. 2.204. Un M 2 inf. (3); Colección Mus. de Sab.; núm. 1.016. Un M 2 inf. (3); Col. Villalta-Crusafont; núm. 2.203. Un M 3 inf. izq. (0); Col. Villalta-Crusafont; núm. 2.205. Un M 3 inf. izq. (2); Col. Guerin; núm. 14. Un M 3 inf. der. (3); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.017. Un I inferior de leche. Col. Villalta-Crusafont; número 2.206. Un I inferior de leche izq.; Col. Museo

de Sab.; núm. 1.018. Un D 4 inf. der. (0); Colección Villalta-Crusafont; núm. 5.314. Un D 4 inferior izq. (1); Col. Mus. de Sab.; núm. 1.019. Vindoboniense. Sant Quirze (Vallés-Penedés).

La cuestión de los *Steneofiber* miocénicos ha de suscitarse aún entre los paleontólogos un cierto número de dudas. Indiscutiblemente, las distintas formas escalonadas a través de los estratos del Burdigaliense, Vindoboniense y Pontiense son muy difíciles de separar morfológicamente. No hay ninguna duda respecto de la continuidad de este filum, pero los eslabones del mismo difieren escasamente entre sí. Stehlin (20) ya indica su criterio de no existir lugar para una especie intermedia entre el *S. depereti* del Burdigaliense y el *S. jaegeri* del Vindoboniense, como pretendía Mayet (21) (*S. subpyrenaicus*) y otros autores, considerando que se pasa insensiblemente de una a otra especie en pleno Mioceno. Pero hay que añadir la dificultad que existe de separar incluso estas dos formas si se atiende sólo al carácter de la talla sobre la cual se ha fundamentado hasta aquí su diferenciación. En efecto, algunos de los ejemplares de *S. depereti*, de distintos yacimientos, alcanzan una talla tal que no sería extraña para un *S. jaegeri*, que es estratigráficamente superior. Este fenómeno ha sido señalado por Stehlin en algunos ejemplares del Orleanés (21) y por Viret (46) en otros de la Romieu. Otros *S. depereti* del Burdigaliense, observados por nosotros en el Museo de la Facultad de Ciencias de Lyon son asimismo de gran talla (\*). De otro lado, existen en el

(\*) Lo mismo se observa en el caso del *S. castorinus* del Aquitaniense. Viret (42) señala algunos ejemplares cuya talla es ya la del *S. depereti* del Burdigaliense. La especie señalada de Saint Gérard como *S. julieni* no es otra cosa que el *S. castorinus* provisto de su premojar de leche.



Vindoboniense *Steneofiber* de talla inferior a la del *S. jaegeri* (sin llegar a la del *Monosaulax minutus*) y que se corresponden con las medias del *S. depereti*. Stehlin se refiere a esta cuestión en su Catálogo de la Col. Bourgeois (pág. 27, op. 20). Nuestro *Steneofiber* de Sant Quirze es

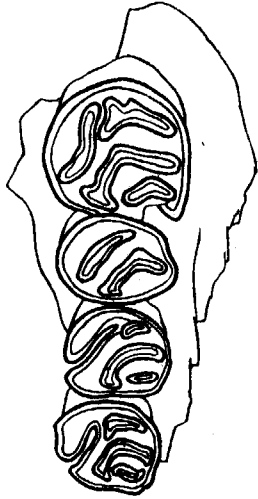


Fig. 8.—*Steneofiber depereti* Mayet. Fragmento de maxilar con la serie sup. izq. (desgaste 4-5). Tamaño 2,5:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell.

asimismo pequeño para las medidas medias del *S. jaegeri*. Indudablemente, pues, el criterio de la talla no es absolutamente fehaciente para una precisa separación de las dos especies señaladas.

De la observación de los distintos ejemplares examinados por nosotros y de sus medidas, hemos creído deducir por el momento la existencia de un carácter morfológico diferencial, como es, por regla general, el aumento progresivo del P 4 inferior a través del filum; así, las formas arcaicas *S. castorinus* y *S. depereti* (éste menos que aquél) tienen un premolar más pequeño en proporción a la serie dentaria que en *S. jaegeri*.

Asimismo se observa un cierto progreso de la hipsodontia.

Por las razones expuestas, hemos determinado el *Steneofiber* del yacimiento vindoboniense de Sant Quirze como *S. depereti*, no solamente por el hecho de corresponderse sus medidas con las del tipo de Mayet y las medias dadas por este mismo autor y otros paleontólogos, sino porque siendo mucho más pequeño que el *S. jaegeri* se mantiene dentro de una hipsodontia discreta y su pre-

molar inferior adquiere unas proporciones más de acuerdo con la especie arcaica. No cabe duda que debería admitirse con mucha extrañeza la inclusión dentro de la gran especie de Kaup de un Castórido de una talla pequeña como la del nuestro, comprobada ésta con un buen número de ejemplares (47 en total). Por otra parte, se puede explicar la persistencia de una forma arcaica en nuestro Vindoboniense alto por el mismo fenómeno observado por dos de nosotros en otras ramas, como es el rejuvenecimiento o retardo en nuestras facies de ciertos filums por razones quizás de paleoendemismo (47), (48), (49).

El tipo de la especie procede del yacimiento de Artenay, en el Orleanés, y se basa en una mandíbula izquierda con P 4-M 3 (21, lám. IX, fig. 1). En la revisión de Stirton la presente especie se incluye con dudas dentro del género *Steneofiber*, atendiendo a la presencia de incisivos con cara anterior semiplana. Ya nos hemos referido anteriormente a esta cuestión; a nosotros nos parece indiscutible que *S. depereti* es un directo sucesor del *S. castorinus* del Aquitaniense y de las formas análogas del Estampiense, para dudar de su inclusión dentro del género de Geoffroy.

El yacimiento de Sant Quirze ha proporcionado un numeroso lote de piezas de castóridos fósiles, unos atribuibles a la presente especie y otras al *Monosaulax minutus*, que describiremos más adelante. La especie de gran talla había sido dada anteriormente como *S. jaegeri* (8) y como *S. minutus* var. *catalaunica* (10). En la presente revi-

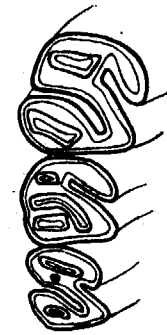


Fig. 9.—*Steneofiber depereti* Mayet. Serie superior der. P4-M2 (desgaste 2-3). Tamaño 2,5:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Colección Villalta-Crusafont.

sión, al añadir un considerable número de ejemplares, proporcionados por numerosas exploraciones posteriores a los trabajos indicados —lo que ha permitido un análisis más preciso de los caracteres y de las tallas—, se da definitivamente como *S. depereti*.

DESCRIPCIÓN:

*Piezas superiores.*

I.—Con cara anterior semiplana y caras laterales convexas.

I d.—Forma igual que los definitivos, pero más estrechos.

D 4.—Desconocido de nuestros yacimientos.

P 4 (0), (1), (2), (3), (4), (5).—De sección primero subtriangular (0-3) y después subcuadrangular (4-5). Con hipostría a la mitad de la altura de la corona y algo curva. Con raíces. Dos estrías externas cortas. Paraflexo que pronto se convierte en parafoseta (2). Mesoflexo encorvado (0-3) que se transforma tarde (4) en mesofoseta curva; angular en (5). Metafoseta siempre presente, abrazada por el arco de la mesofoseta (o mesoflexo). Hipoflexo que varía de posición por la curvatura de la hipostría; casi en contacto con la parafoseta y que se convierte tarde en hipofoseta; en (5) todavía no lo es.



Fig. 10.—*Steneofiber depereti* Mayet. M2-M3 superiores izquierdos (desg. 2). Tamaño 2,5:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont.

M 1 (2), (3), (4), (5).—Sección primero subcuadrangular (hasta 2); después cuadrada (3-4) y, por último (5), oval transversal. Hipostría hasta aproximadamente la mitad de la altura de la corona y una sola estría externa muy corta. Parafoseta grande en (2), después

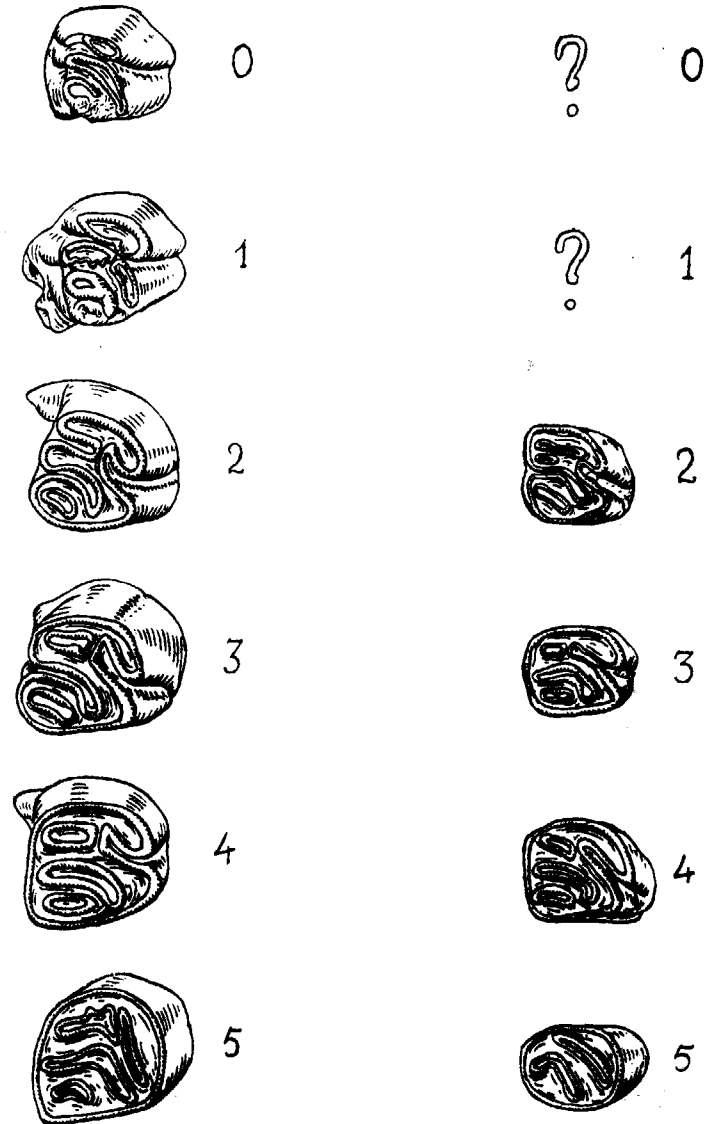


Fig. 11.—*Steneofiber depereti* Mayet. P4 superior. Variación de la topografía oclusal en el desgaste. Tam. 2,5:1.

Fig. 12.—*Steneofiber depereti* Mayet. M1 superior. Variación de la topografía oclusal en el desgaste. Tam. 2,5:1.

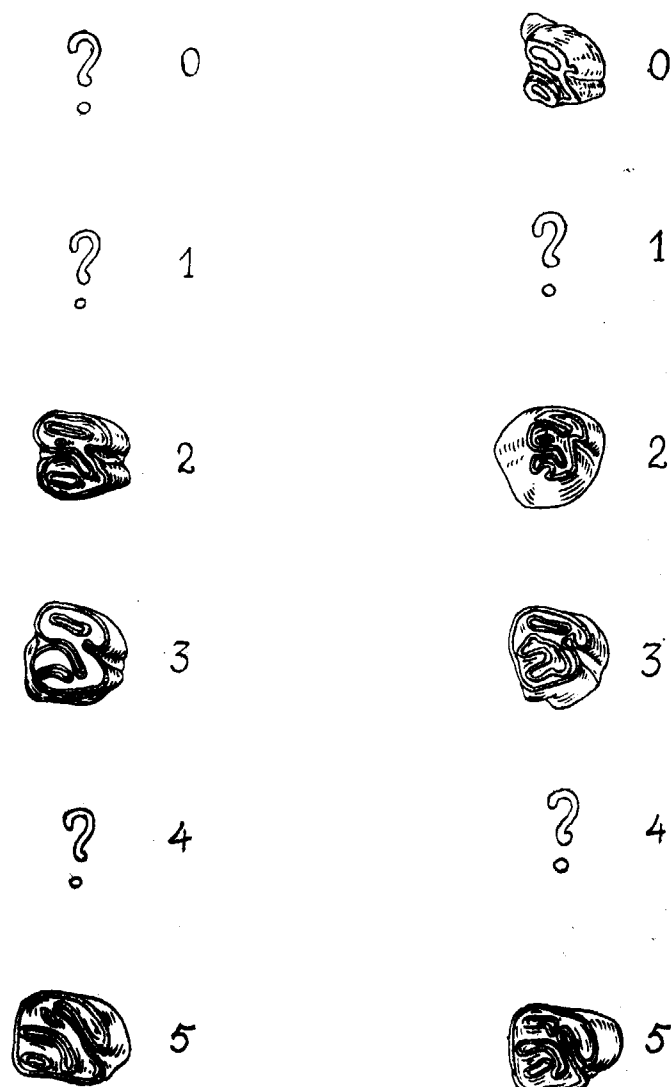


Fig 13.—*Steneofiber depereti* Mayet. M 2 superior. Variación de la superficie oclusal con el desgaste. Tam 2,5:1.

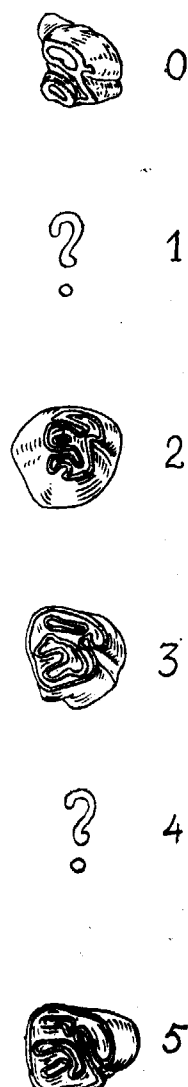


Fig. 14.—*Steneofiber depereti* Mayet. M 3 superior. Variación de la superficie oclusal con el desgaste. Tam. 2,5:1.

(3) se reduce y se une con la hipofoseta en (5) formando una sola foseta, colocada diagonalmente en la superficie oclusal. Existe una subparafoseta en (2) que desaparece en (3). El mesoflexo se transforma en mesofoseta pronto (3), con el extremo en (2) en el ángulo pósterointerno y luego (3) en la mitad de la cara distal. Forma angular con el desgaste (4-5). Metafoseta fuerte en (2-4) que desaparece en absoluto en (5). El hipoflexo se transforma tarde (5) en hipofoseta. En resumen: en el desgaste (5) se observan

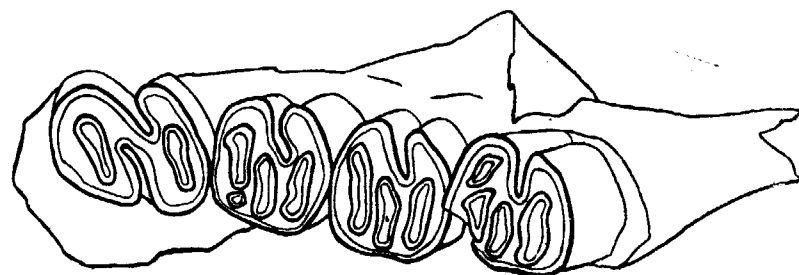


Fig. 15.—*Steneofiber depereti* Mayet. Serie inferior derecha (desgaste 3-4). Tamaño 2,5:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Colección Museo de Sabadell.

dos fosetas paralelas y diagonales, la primera formada por parafoseta-hipofoseta y la segunda por la mesofoseta.

M 2 (2), (3), (5).—Sección primero subrectangular sagital (2-3); después subcuadrangular en (5). Hipostría hasta la mitad aproximadamente de la altura de la corona y con una sola estría externa muy corta. Parafoseta grande en (2), luego se reduce, se aproxima y toca al hipoflexo (5). Existe una subparafoseta pequeñísima en (2), que luego desaparece (3). Mesoflexo que se convierte tarde en mesofoseta (5) que es semicircular. Su extremo se coloca en el ángulo pósterointerno en (3) y luego en

(5) en la mitad de la cara distal. Metafoseta presente aún en (5). Hipoflexo presente aún en (5).

M 3 (0), (2), (3), (5).—En sección la corona es primero más estrecha en la porción posterior (0-3); después es cuadrangular (5). Hipostría algo más larga que la mitad de la altura de la corona y con una sola estría externa corta. La parafoseta en (0) es un flexo, después aumenta con el desgaste (3) y tiende a aproximarse al hipoflexo sin llegar a fusionarse en (5). Subparafoseta que en (3) se fusiona con la mesofoseta. El mesoflexo aumenta con el desgaste y se convierte pronto (3) en mesofoseta en forma de arco. Metafoseta presente ya en (0); en (3) se une con la mesofoseta y en (5) se separan. Hipoflexo que aumenta con el desgaste, siendo cada vez más oblicuo en relación con el borde del diente.

#### *Piezas inferiores.*

I.—Cara externa plana y cara interna angular, siendo tan gruesos como anchos.

I d.—Forma igual que los I definitivos pero más estrechos.

D 4 (0), (1), (3).—Braquidonto. Sección primero de 8 (0), después rectangular en sentido ántero-posterior (1-3). Hipostría hasta cerca de la base de la corona y con sólo una estría interna relativamente corta. Parafosétida en (0) comunicando con el mesofléxido, quedando el valle interrumpido por dos pequeñas prominencias. Al desgastarse (1-3) se limita y aumenta de anchura y longitud. Mesofléxido presente aún en (3). Metafosétida en (0) formando una depresión elíptica profunda; en (1) se une al borde externo del diente; luego en (3) se aísla. Hipofléxido presente siempre, tendiendo a ponerse en contacto con el extremo y cara anterior del mesofléxido (3).

P 4 (1), (2), (3), (4).—Sección de 8, con lóbulos subiguales. Hipostría hasta la base y con sólo una estría interna hasta la mitad de la altura de la corona. Parafosétida en (1) formando una depresión larga y profunda, situada oblicuamente al eje ántero-posterior del diente. El paracónido es bajo y cierra a la parafosétida, la cual, con el desgaste, disminuye de tamaño hasta (3); luego aumenta (4). No existe proparafosétida. Mesofléxido que en (1) tiene contorno sinuoso, tendiendo a ponerse en contacto con la metafosétida; luego en (2-3) es simple y casi en contacto con el extremo anterior del hipofléxido. En (4) se aísla y se convierte en mesofosétida, colocada paralelamente al hipofléxido. Metafosétida que en (1) se halla en contacto con la parte media del borde posterior del mesofléxido y se une al borde interno y posterior-externo, insinuándose dos cortísimas estrías. Luego en (2) es paralela a la cara distal del diente; luego (3) oblicuamente y luego (4) otra vez paralela. El hipofléxido está presente siempre; aumenta con el desgaste y tiende a ponerse en contacto con la metafosétida en (4).

M 1 (1), (2), (3), (4).—De sección primero rectangular alargada ántero-posteriormente, luego cuadrangular y después redondeada. Hipostría hasta dos milímetros de la base de la corona y con tres estrías en (1-3), de las cuales la mesostría es generalmente la más larga. Proparafosétida en (1-3) que desaparece en (4). Parafléxido curvo en (1-2); luego colocado en el borde ántero-externo (3), luego paralelo al borde del diente (4) y, por último, se convierte



Fig. 16.—*Steneofiber depereti* Mayet. M 1 y M 2 inf. izq. (desg. 1). Tam. 2,5:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell.



en parafosétida, que se divide en dos: una, pequeña, interna, y otra, grande y larga, externa. Mesofléxido paralelo al borde anterior del diente, casi en contacto con el extremo anterior del hipofléxido; con el desgaste aumenta en longitud y en (4) se convierte en mesofosétida. Metafléxido paralelo al borde distal y que con el desgaste se

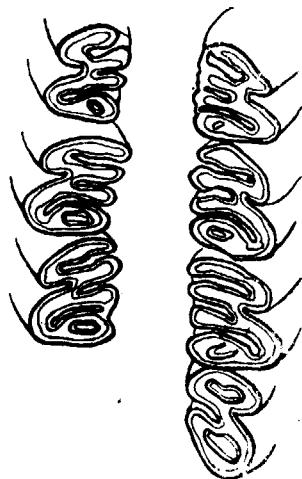


Fig. 17.—*Steneofiber depereti* Mayet. A la izquierda. M 1-M 3 inf. der. (desg. 2). Tam. 2,5:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell. A la derecha serie con D 4-M 3 inferior izq. (desg. 4-3). Tam. 2,5:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont.

transforma pronto (3) en metafosétida. Hipofléxido presente aún en (4) y aumenta de profundidad con el desgaste.

M 2 (1), (2), (3), (4).—De sección primero sigmoide (1-2); después cuadrangular (3) y luego circular (4). Hipostríada hasta dos milímetros de la base de la corona y con tres estríadas internas en (1-2), de las cuales la meso-

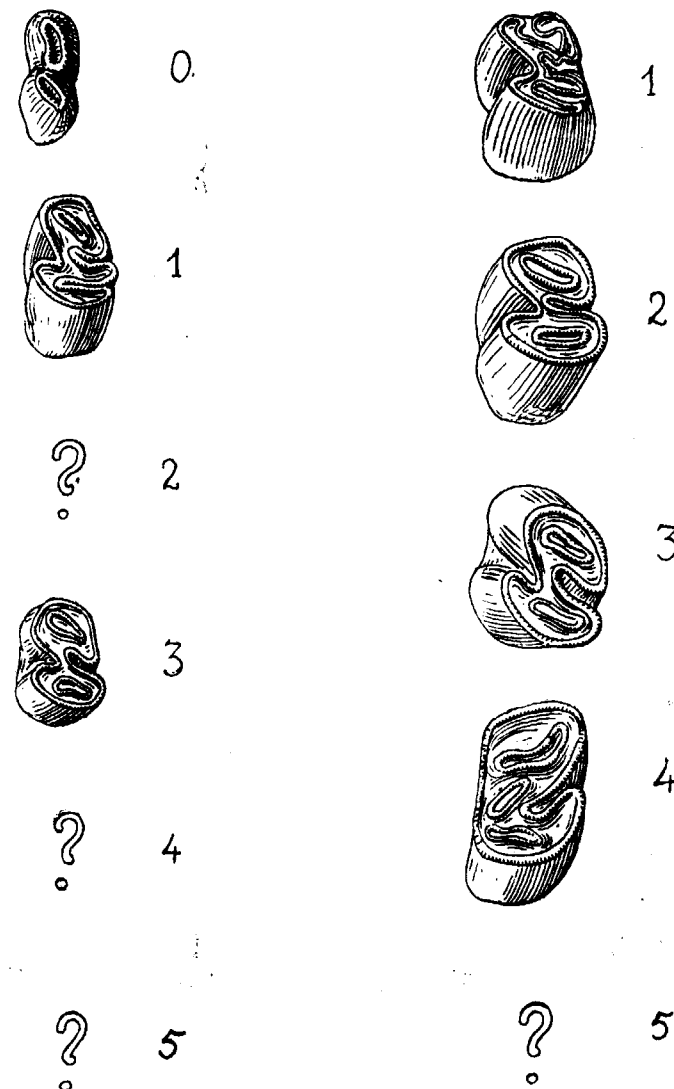


Fig. 18.—*Steneofiber depereti* Mayet. D 4 inferior. Variación de la superficie oclusal con el desgaste. Tam. 2,5:1.

Fig. 19.—*Steneofiber depereti* Mayet. P 4 inf. Variación de la superficie oclusal con el desgaste. Tam. 2,5:1. El estado 4 es simétrico de los demás.

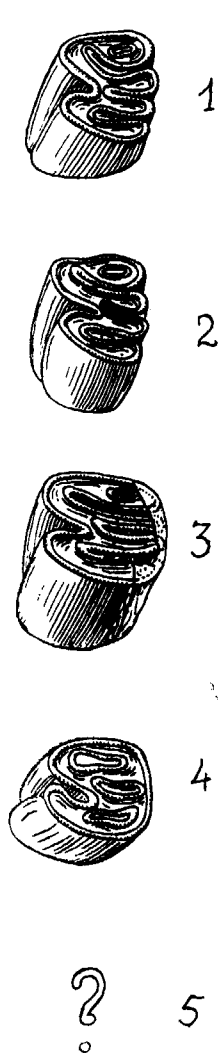


Fig. 20.—*Steneofiber depereti* Mayet. M 1 inf. Variación de la superficie oclusal con el desgaste. Tamaño 2,5: 1.

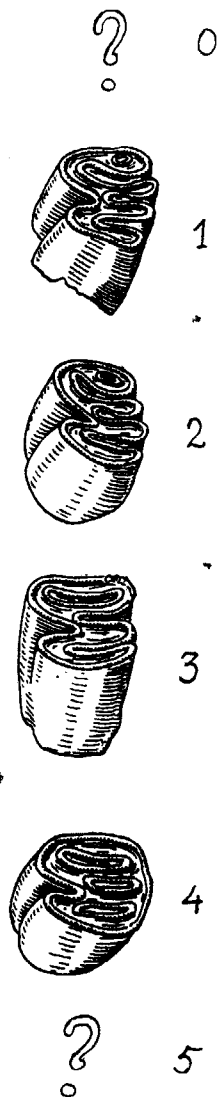


Fig. 21.—*Steneofiber depereti* Mayet. M 2 inf. Variación de la superficie oclusal con el desgaste. Tamaño 2,5: 1.

trída es la más larga y la para la más corta. Parafléxico igual que en M 1, pero sin dividirse (4) la parafosetida en dos. Proparafosetida en (1-2), pero desaparece en (3). Mesofléxico igual que en M 1. Metafléxico igual que en M 1. Hipofléxico igual que en M 1.

M 3 (0), (1), (2), (3), (4).—De sección primero sigmoide, más estrecho de detrás que de delante (0-2); después oval-alargada ántero-posteriormente (4). Hipostríidas y estríidas internas igual que en M2. Proparafosetida pequeña en (1-2); más grande en (3) y desaparece en (4). Parafléxico en (0) comunica con la proparafosetida; luego en (3) se aísla ésta



Fig. 22.—*Steneofiber depereti* Mayet. M 3 inferior izquierdo (desgaste 0). Tamaño 2,5: 1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont.



Fig. 23.—*Steneofiber depereti*.—Mayet. M 3 inferior izquierdo (desg. 2). Tam. 2,5:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Colección Guerin.

en el borde interno y el parafléxico se dirige hacia el borde ántero-externo. Al aumentar el desgaste (4) formó dos fosetidas: una, interna, grande, y otra, externa, pequeña. Mesofléxico igual que en M 2, pero se convierte en metafosetida en (4). Hipofléxico igual que en M 2.

DIMENSIONES:

Piezas superiores.

Longitud de P 4-M 3.....	21,00 mm.
— M 1-M 3.....	15,00-15,50 —

Longitud de M 1-M 2 .....	9,50 mm.
— M 2-M 3 .....	8,50 —
P 4: Longitud .....	6,70- 7,56 —
Anchura .....	6,90- 7,90 —
M 1: Longitud .....	4,20- 5,20 —
Anchura .....	5,40- 5,98 —
M 2: Longitud .....	4,50- 5,05 —
Anchura .....	5,40- 5,61 —
M 3: Longitud .....	4,70- 4,92 —
Anchura .....	4,78- 5,70 —
Anchura del I .....	5,00 —
— I d .....	3,50 —
<i>Piezas inferiores.</i>	
Longitud de P 4-M 3 (coronas) .....	24,00 mm.
— D 4-M 3 .....	23,00 —
— M 1-M 3 .....	17,50 —
— M 1-M 2 .....	11,00 —
Altura de la mandíbula .....	20,00 —
D 4: Longitud .....	5,50 —
Anchura .....	4,00- 4,20 —
P 4: Longitud .....	8,00- 9,30 —
Anchura .....	5,90- 6,32 —
M 1: Longitud .....	4,28- 5,72 —
Anchura .....	5,70- 6,50 —
M 2: Longitud .....	5,00- 5,72 —
Anchura .....	5,43- 6,66 —
M 3: Longitud .....	4,80- 6,20 —
Anchura .....	5,22- 6,00 —
Anchura del I .....	5,00 —
— I d .....	4,00 —

Las localidades actualmente conocidas de la presente especie son las siguientes:

Suiza: Cheyres (43).

Francia: Orleanés (Artenay; localidad tipo), La' Romieu y Foissin (46).

España: Sant Quirze (Vallés-Penedés), provincia de Barcelona.

#### **Steneofiber jaegeri** (KAUP)

PIEZAS DESCRITAS: Un molar superior algo fragmentado (probablemente un M 2) y un fragmento de P 4 inferior; Col. Museo de Sabadell; núm. 1.031; Meótico; Viladecaballs (Vallés-Penedés).

La confusión en el nombre de especie en la forma del Aquitaniense (*S. castorinus*), la encontramos aquí con referencia al nombre genérico, aunque debido a causas muy distintas. Kaup, en 1832 (23), describe tres formas del Mioceno alemán: *Palaeomys castoroides*, de Weisenau, y *Chalicomys jaegeri* y *Chelodus typus*, de Eppelsheim, que fueron considerados en un principio como tres genotipos. Poco después, Meyer (38) considera a las dos primeras especies como sinónimas, mientras que Stirton, en su tantas veces citada revisión, asevera que las tres fueron establecidas por Kaup a base de dientes en tres estados sucesivos de desgaste y, por tanto, considera que deben reunirse en una sola, para la que propone el nombre de *Palaeomys castoroides*. Ya insistiremos sobre los puntos de vista de este autor más adelante y, por otra parte, véase lo dicho ya al hablar del género *Palaeomys*. Los paleontólogos europeos habían ya sostenido el criterio de la sinonimia de las tres formas germánicas, y en muchos casos

se ha designado a la especie que comentamos con uno de los tres nombres, a capricho. En otras ocasiones se ha incluido dentro del género *Castor*, considerando el nombre de *Chalicomys* como subgenérico. Este último ha sido desechado por los modernos paleontólogos europeos, quienes no han dudado en incluir la especie *jaegeri* dentro del género *Steneofiber*, por considerar que esta forma sucede a los *Steneofiber* del Burdigaliense (\*).

Únicamente Schlosser ha resucitado el antiguo nombre de *Chalicomys* al descubrir su nueva especie *Ch. andersoni* del Pontiense de Mongolia (Ertemte y Olan Chorea) y considera a la especie europea como *Chalicomys jaegeri* (26). Posteriormente Fryant incluye las formas asiáticas dentro del género *Castor* y considera que *C. andersoni* (Schlosser), *C. broilii* (Teilhard de Chardin et Young) y *C. zdanskyi* Young son una misma especie (50). Young, en cambio, en 1934 (29) las reúne como especies distintas en su nuevo género *Sinocastor*, anulándose así el intento de Schlosser de restaurar el nombre genérico de *Chalicomys*.

En cuanto al nombre específico, sólo algunos autores (51) han variado el criterio general, considerando la espe-

(\*) Hacia el final de la redacción del presente trabajo, Viret nos comunica su opinión de que quizá los *Steneofiber* del Pontiense sean ya verdaderos *Castor*. Para ello se basa en la observación de la mandíbula y de los dientes superiores de Soblay, figurados por Depéret y existentes en Lyon (76, lám. XIII, figs. 23-25). Estamos de acuerdo en que estos ejemplares pertenezcan a un *Castor*, pues poseen tres estrías en los molares superiores y tres estrías largas en los inferiores. Pero, de todos modos, creemos posible que el *Steneofiber jaegeri* se halle también en el Pontiense, de donde procede el ejemplar-tipo de Eppelsheim. *Steneofiber*, posee en su P 4 inferior una sola estría interna; *Castor*, en cambio, las posee en número de tres.

cie como *S. subpyrenaicus*, siendo así que el nombre de Kaup tiene indiscutible prioridad. Ya hemos dicho que Mayet considera a *S. subpyrenaicus* como una forma intermedia entre el *S. depereti* y el *S. jaegeri*, a lo que se opone Stehlin (20). Hay autores, además, que restringen el nombre de *S. jaegeri* para las formas pontienses, reservando a las vindobonienses el de *S. subpyrenaicus*. Respecto de este último punto de vista, compartimos la opinión del ilustre paleontólogo suizo, afirmando que la especie *S. jaegeri* tiene una distribución vertical que abarca ambos niveles.

El profesor Stirton, de Berkeley, como ya hemos dicho, considera que las tres formas de Kaup deben reunirse en una sola con el nombre de *Palaeomys castoroides*. De otra parte, incluye dentro del género *Monosaulax* todos los *Steneofiber jaegeri* de otros autores y los *S. eseri*, con que de forma inexplicable ha sido también denominada la gran especie del Vindoboniense y Pontiense, basándose Stirton para ello en la forma de los incisivos. Compartimos la opinión del paleontólogo americano en cuanto a conservar el nombre de *Palaeomys castoroides* para una forma pontiense que se separa ampliamente del *S. jaegeri*; en cambio sostenemos el criterio de que el *Chalicomys jaegeri* de Kaup, de Eppelsheim, es la misma forma de los demás yacimientos europeos conocida como *S. jaegeri* (= *eseri* partim), y que es un directo sucesor del *S. depereti* del Burdigaliense y como tal no puede ser separada del género de Geoffroy. Más atrás hemos ya indicado nuestro punto de vista respecto de la variación que sufre el carácter de los incisivos (\*) y, en cambio, hemos señalado otras improntas ca-

(\*) Los *Steneofiber jaegeri* (?) de los yacimientos franceses: Soblay, Montmartel (Drôme), examinados por nosotros en las colecciones de Lyon, poseen incisivos con cara anterior semiplana.



racterísticas del género europeo, con las que concuerda perfectamente la especie de Kaup.

Resumiendo, pues, consideramos que existe en el Vindoboniense y Ponticense de Europa una gran forma de *Steneofiber*, que continúa y acaba el filum de este género, sucediendo a la especie *S. depereti* del Burdigaliense (y algunas veces accidentalmente del Vindoboniense) y a la que denominamos, como la mayoría de los autores europeos, *S. jaegeri* (Kaup).

\* \* \*

Los escasos restos atribuibles a la presente especie, hallados en el Vallés-Penedés, proceden de los niveles de Can Purull, en las cercanías de Viladecaballs que, de acuerdo con el estudio detallado de su fauna fósil, hemos considerado (Crusafont y Villalta) del Ponticense inferior o meótics (75). Consisten en un molar superior que, probablemente, es el segundo, cuya hipostría se extiende hasta algo más de la mitad de la altura de la corona; los detalles de la superficie oclusal, por causa de estar la pieza algo fragmentada, no pueden estudiarse en su totalidad, pero coinciden con los de la pieza homóloga en *S. depereti*, resaltando quizás una mayor simplicidad; y en un premolar inferior con hipostría larga y bastante fragmentado.

\* \* \*

En los antecedentes de este trabajo hemos hablado del hallazgo de esta especie en la cubeta ceretana, proceden-

te de la localidad francesa de Estavar (\*), y que fué descrita por Depéret y Rérolle en 1885 (2), hallazgo al que se refieren después otros autores y singularmente uno de nosotros, Bataller (3). Insistimos sobre el mismo, sólo con el objeto de dar un detalle completo de los Castóridos de nuestros yacimientos. La especie está representada en Estavar por una mandíbula derecha con P 4-M 3 y algunas piezas izquierdas sueltas de un individuo de talla algo mayor. Todos estos ejemplares están guardados en el Museo de Perpignan. En cuanto a la mandíbula, debemos decir que la longitud de P 4 a M 3 (coronas) es de 31 mm., estando las piezas bastante desgastadas pues los molares son bajos y en todos ellos existen ya parafosétidas y metafosétidas en lugar de fléxidos. El premolar, según las figuras, tiene la forma típica de la pieza de *Steneofiber* y parece observarse en el dibujo la existencia de una proparafosétida. En conjunto uno puede observar una simplifica-

(\*) Con motivo del estudio del Mioceno continental, correspondiente a la hoja de Bellver, del Mapa Geológico Nacional, los dos primeros firmantes tuvimos ocasión de discutir con los doctores Solé Sabarís y Llopis Lladó la situación estratigráfica de los yacimientos de la cubeta ceretana que han proporcionado mamíferos fósiles. De acuerdo con la consideración de los materiales citados de los lignitos de Estavar (Cerdaña francesa), indicamos la posibilidad de que estos sedimentos correspondieran al Vindoboniense y no al Ponticense, como se había dicho. Así lo hicieron constar los citados autores en un trabajo sobre la geología del Alto Segre (77). La lista de formas citadas de esta localidad es la siguiente: *Dicerorhinus schleiermacheri* (?), *Chalicotherium goldfussi*, *Dinotherium bavaricum*, *Mastodon angustidens*, *Steneofiber jaegeri*, *Amphicyon major* var. *pyrenaicus* e *Ictitherium* sp. Respecto del Chalicotérico de este yacimiento podemos afirmar, después del estudio de un molde del ejemplar guardado en la Facultad de Ciencias de Lyon y que debemos a la gentileza del Dr. Vi- ret, que se trata del *Macrotherium grande*, especie que con el *Mastodon angustidens* y el *Dinotherium bavaricum* caracterizan el nivel vindoboniense. Depéret había creído erróneamente que la forma fue- se el *Chalicotherium goldfussi* (9).

ción y alargamiento de las fosétidas, tendiendo a formar surcos paralelos a la cara proximal de las piezas, sobre todo en M2 y M3, cuando se comparan con las piezas homólogas del *S. depereti* (véase).

La presente especie es la más ubicua de los *Steneofiber* europeos y se halla ampliamente representada en los yacimientos alemanes y suizos: Eppelsheim (23) (localidad tipo), Kapfnach (52); Steinheim (53), Turnau (54), Goriach (55) (56) (57), Bohnerz alemán (30), Oppeln (51), Feisternitz (58), Leoben (59) (60), Steiermark (61), Molasa suiza (43): Elgg, Siggenthal, Les Guinots, Benken, Riedern y Rümikon; Bohemia (62), Flinz de Munich (63) y Viehhausen (64). En Francia: Soblay (?), Saint Jean de Bournay y Montmartel y Orignac (64 bis).

A las presentes localidades deben añadirse las de Estavar (Cerdaña francesa) y Viladecaballs (Vallés-Penedés), en la provincia de Barcelona, que se citan en el presente trabajo (\*).

La localidad de Villefranche d'Astarac, para el *S. subpyrenaicus*, nombre con el que a veces se ha confundido *S. jaegeri*, debe reunirse con dudas a las localidades anteriores.

(\*) Durante la corrección de pruebas del presente trabajo, podemos dar ya cuenta del hallazgo de la especie, por uno de los firmantes (Crusafont), en el yacimiento pontiense de Los Valles de Fuentidueña (Segovia). Se trata de un fragmento de mandíbula izquierda con P4-M2, que será descrita próximamente.

#### IV. Género *Monosaulax* STIRTON

El profesor Stirton ha establecido el nuevo nombre genérico de *Monosaulax* para unos Castóridos norteamericanos (New-México, Nebraska, Montana) de pequeña talla, procedentes de los niveles de *Merychippus* (Mioceno medio), anteriormente confundidos con el género *Palaeocastor* y dados también como *Steneofiber* y *Dipoides*.

Bajo este género agrupa las siguientes especies del Nuevo continente: *M. pansus* (Cope) (65), *M. curtis* (Matthew et Cook) (66), *M. complexus* (Douglass) (67) y *M. hesperus* (Douglass) (68). El paleontólogo americano, al establecer el diagnóstico del nuevo género, señala sus mayores afinidades con los *Steneofiber* europeos que con el género *Palaeocastor* de América y considera que *Monosaulax* es un antecesor de *Eucastor*.

Las analogías que Stirton encuentra con los *Steneofiber* del Antiguo Continente, le llevan a considerar —aunque con algunas reservas— que muchas de las especies reunidas bajo el nombre genérico de Geoffroy, deberían acogerse dentro de la nueva determinación genérica de *Monosaulax* y propone la inclusión del *Steneofiber jaegeri* (= *eseri*, partim) y la del *S. minutus* Meyer dentro del mismo. Ya hemos dicho las razones que nos impiden aceptar este punto de vista en cuanto al gran Castórido de Kaup. Por el contrario, y de acuerdo con las descripciones de nuestros ejemplares de Sant Quirze, nos parece acertada la inclusión por lo que respecta a la pequeña forma de von Meyer.

Especie descrita:

*Monosaulax minutus* (v. Meyer)

**Monosaulax minutus** v. MEYER

PIEZAS DESCRITAS: Un fragmento de cráneo con P4-M2 y alvéolo de M3 izquierdos y P4-M1 derechos (3-4); Col. Guerin; núm. 8. Un fragmento de maxilar con P4-M1 (3); Col. M. de Sabadell; núm. 1.020. Un I izq.; Col. M. de Sabadell, núm. 1.028. Un I der.; Col. V.-C.; núm. 2.211. Varios fragmentos de I. Un P4 sup. der. (3); Col. V.-C.; núm. 2.212. Un P4 sup. izq. (4); Col. Guerin; núm. 4. Un P4 sup. der. (4); Col. Guerin; núm. 20. Un P4 sup. der. (2); Col. Guerin; núm. 2. Un M2 sup. izq. (5); Col. Guerin; núm. 1. Un M2 sup. der. (5); Col. M. de Sabadell; núm. 1.021. Un M3 sup. izq. (2); Col. M. de Sabadell; núm. 1.022. Un P4 inf. izq. (2); Col. Guerin; núm. 12. Un M1 inf. izq. (2); Col. M. de Sabadell; núm. 1.023. Un M1 inf. der. (3); Col. V.-C.; núm. 2.213. Un M1 inf. izq. (5); Col. M. de Sabadell; núm. 1.024. Un M2 inf. izq.; Col. M. de Sabadell; núm. 1.025 (3). Un M3 inf. der. (2); Col. M. de Sabadell; núm. 1.026. Un D4 inf. der. (2); Col. M. de Sabadell; núm. 1.027. Un D4 inf. izq. (3); Col. V.-C.; núm. 2.214. Un I izq.; Col. Guerin. Un I izq.; Col. Guerin. Un I fto. der.; Col. M. de Sabadell; núm. 1.029. Un I d. fragmento derecho; Col. M. de Sabadell; núm. 1.030.

El pequeño Castórido del Vindoboniense europeo, hallado abundantemente por nosotros en el yacimiento de Sant Quirze, junto con *Steneofiber depereti*, es una forma

ampliamente separable del género de Geoffroy, y no encaja dentro de la rama de los *Steneofiber*, que constituyen, como hemos dicho, una línea filogenética bien definida desde el Estampiense hasta el Pontiense a través de las especies *S. castorinus*-*S. depereti*-*S. jaegeri*. Un examen comparativo realizado con las piezas del *Steneofiber* del mismo yacimiento y con todos los *Steneofiber* por nosotros conocidos y examinados, nos ha llevado a la conclusión de tratarse de dos formas genéricamente diferentes. Por lo demás, los caracteres del pequeño castor de von Meyer coinciden en líneas generales con el diagnóstico del género *Monosaulax*, establecido por Stirton (1), y nos justifican su inclusión dentro del mismo.

Las pequeñas diferencias que le separan del mencionado diagnóstico no son suficientes, a nuestro modo de ver, para descartarlo del género americano. Consisten éstas principalmente en la existencia de paraflexo y, por lo tanto, de una parastría corta en el P4 superior, que no existiría en las piezas homólogas de los *Monosaulax* americanos, al decir de Stirton, aunque esta parastría es tan pequeña que desaparece ya para dar lugar a una parafoseta en estados muy poco avanzados de desgaste. Asimismo, la forma del P4 inferior, que dentro de las especies americanas se mantiene en la impronta en 8 de los *Steneofiber* europeos, aquí adquiere un aspecto triangular. Por lo demás, Stirton da como característica de su nuevo género, la de la existencia de incisivos con cara anterior redondeada, sin precisar si lo son igualmente los superiores que los inferiores; lo cierto es que en nuestro *Monosaulax* sólo presentan este carácter los inferiores, pues los superiores son en todo análogos a los de *Steneofiber*.

Por lo que respecta a la especie europea, el examen minucioso a que hemos aludido nos ha proporcionado in-

terasantes diferencias en relación con las especies de *Steneofiber*, incluyendo el *S. jaegeri* que Stirton, incomprensiblemente, trata de establecer dentro de *Monosaulax*. Son estas diferencias las siguientes: P 4 superior de sección basal triangular en contra de la cuadrangular en *Steneofiber*; forma oval del M 1 en contraste con la sec-

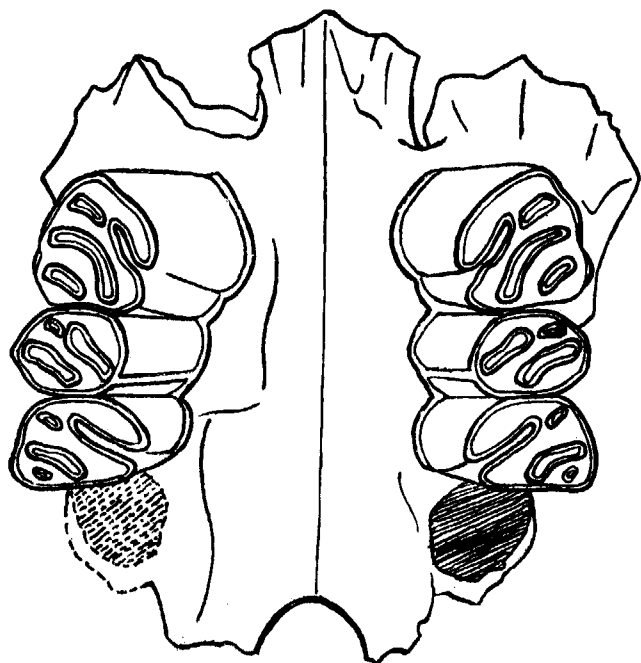


Fig 24. — *Monosaulax minutus* (von Meyer). Fragmento de cráneo con P 4-M 2 y alvéolo de M 3 derechos e izquierdos (desg. 3-4). Tam. 4 : 1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin.

ción cuadrada en el género de Geoffroy; D 4 inferior con dos estrías internas por sólo una en *Steneofiber*; P 4 inferior de sección triangular en contra de la forma en 8 característica de aquél, y M 1 inferior de sección más redondeada (equidimensional en el primero y más ancho que largo en el segundo). Al final de nuestras descripciones

incluimos el diagnóstico específico de *Monosaulax minutus*, no dado por Stirton en su revisión.

DESCRIPCIÓN (\*):

*Piezas superiores.*

I.—Con cara anterior semiplana y posterior redondeada, es decir, con caras laterales algo convexas.

I d.—Desconocido de la localidad.

D 4.—Desconocido de la localidad.

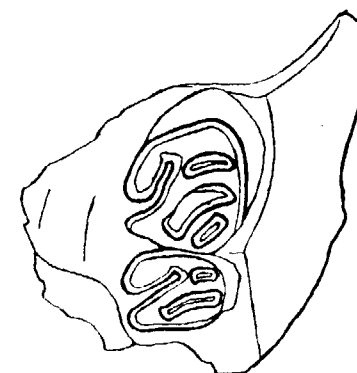


Figura 25.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer). Fragmento de maxilar con P 4-M 1 izq. (desg. 3). Tam. 4 : 1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell.

P 4 (2), (3), (4).—Sección primero subtriangular (2-3), luego triangular (4), con hipostría a la mitad aproximadamente de la altura de la corona (algo curva) y con dos estrías externas muy cortas. Paraflexo que se convierte pronto en parafoseta. Mesoflexo primero curvo (2-3), des-

(\*) Los ejemplares citados por Stromer (63) son los siguientes una serie superior P 4-M 3 cuyo desgaste es (1-2); dos molares inferiores; M 1 y M 2 con desgaste (2), y un M 3 superior con desgaste (1).



pués recto (4), siendo ya mesofoseta en (2). Metafoseta grande en (2), después se reduce (3) y luego vuelve a crecer (4). En (3) se observa en uno de los ejemplares una submetafoseta. Hipoflexo que se transforma tarde en hipofoseta (más allá de 4), con ligera variación de posición por la curvatura de la hipostria. El hipoflexo está en (4) en contacto con la parafoseta (\*).

M 1 (3), (5). — Sección siempre oval transversal, con hipostria a la mitad de la altura de la corona y con una sola estría externa muy corta. Parafoseta pequeña (3-4) que no se suelda con el hipoflexo aun en el momento en que éste se transforma en hipofoseta (5). En nuestros ejemplares (3-5) no se observa subparafoseta. Mesoflexo que se transforma pronto en mesofoseta; primero es paralelo al borde distal (3); luego está en posición oblicua y paralelo a la parahipofoseta (5). En nuestros ejemplares (3-5) no se observa ya la metafoseta (\*\*). El hipoflexo se transforma tarde en hipofoseta (5). Resumen en el desgaste (5): tres fosetas formando dos líneas paralelas (compárese con la pieza homóloga de *S. depereti*).

M 2 (4), (5). — De sección rectangular transversal (\*\*\*). Hipostria y estrías igual que en M 1. Parafoseta pequeña, situada detrás del hipoflexo (no delante, como en *S. depereti*), ambos en (4) y (5). No se fusionan. No se ve subparafoseta. Mesoflexo transformándose pronto en mesofoseta (4), algo curva, no semicircular, y que va de la mitad de la cara labial a la mitad de la distal. Metafoseta fuerte,

(\*) En (1) (ejemplar de Stromer), existe todavía un paraflexo.

(\*\*) En (2) (ejemplar de Stromer), existe, aunque pequeña, una metafoseta colocada en el ángulo interno del diente.

(\*\*\*) La única diferencia que existe en los desgastes (4) y (5) es la de que su sección es más alargada ántero-posteriormente.

aun en (5) pero reduciéndose. El hipoflexo se coloca diagonalmente y pasa por delante de la parafoseta aun siendo flexo (4).

M 3 (2). — De sección triangular, estrechado en la porción posterior. Hipostria y estrías como en el caso anterior. Paraflexo en contacto con el hipoflexo, curvo y paralelo al borde proximal. Subparafoseta en contacto con el mesoflexo. Mesoflexo muy curvado y en contacto con la cara distal de la pieza formando una depresión a todo lo largo de la cara oclusal. Metafoseta presente. Hipoflexo en contacto con la parafoseta.

#### Piezas inferiores.

I. — Con cara anterior redondeada y ápice puntiagudo por el desgaste; sección triangular más gruesa que ancha (compárese con *S. depereti*).

I d. — Igual que los anteriores, pero más estrechos.

D 4 (2), (3). — Braquidonto. Sección de 8, lóbulos subiguales con hipostriada hasta casi la base y con dos estrías internas, una (meso) larga y otra (meta) corta. Parafoseta paralela al mesofléxido y al metafléxido, así como al borde

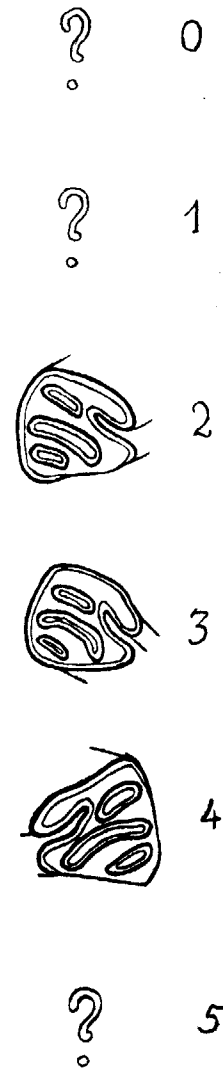


Fig 26. — *Monosaulax minutus* (v. Meyer). P 4 superior. Tam. 2,5:1. Variación de la superficie oclusal con el desgaste. El desgaste 4 es simétrico de los otros dos.

distal. Al desgastarse no sufre variación. Mesofléxido presente siempre (2), (3), fuerte y tendiendo a ponerse en contacto con el extremo anterior del hipofléxido. Pequeña proparafosétida en (2). Metafléxido visible en desgaste (2);



Figura 27.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer). M 3 superior izq. (desg. 2). Tam. 4:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell.



Fig. 28.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer). P 4 inf. izq. (desg. 2). Tam. 4:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin.

después (3) tiende a ponerse en contacto con el hipofléxido. Hipofléxido fuerte y presente siempre en (2-3).

P 4 (2).—De sección triangular, con hipostríida hasta la



Fig. 29.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer). D 4 inferiores derecho (desg. 2) e izquierdo (desg. 3). Tam. 4:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell y Villalta-Crusafont.



base y con una sola estríida interna (mesostríida) hasta la mitad de la altura de la corona. Parafosétida grande y paralela al borde distal. Mesofléxido en contacto con la porción posterior del hipofléxido por su cara anterior. No

existe en (2) proparafosétida. Metafosétida paralela al borde distal y paralela también al mesofléxido y a la parafo-sétida. Hipofléxido fuerte con tendencia al contacto con el extremo anterior de la metafosétida.



Fig. 30.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer). M 1 inferiores derecho (desg. 3) e izquierdo (desg. 2). Tam. 4:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell y Villalta-Crusafont.

M 1 (2), (3), (5).—De sección primero rectangular ántero-posteriormente; después cuadrangular y por último oval. Hipostríida larga y con tres estríidas (3). En (2) la

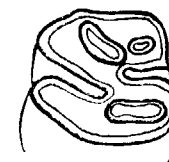


Fig. 31.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer). M 2 inf. izq. (desg. 5). Tam. 4:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Colección Museo de Sabadell.



Figura 32.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer). M 3 inferior der. (desg. 2). Tam. 4:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell.

parastríida desaparece; la meso y la metastríida son largas e iguales. Proparafosétida hasta (2); desaparece en (3). Parafosétida ya en (2), curva, redondeando a la proparafosétida; después (5) paralela al borde del diente. Mesofléxido paralelo al borde proximal, casi en contacto con el extre-

mo anterior del hipofléxido, sin aumentar de longitud con el desgaste (compárese con *S. depereti*). Metafléxido paralelo al borde distal; pequeño. Aun subsistiendo la metas-tríida, se hace independiente en forma de metafosétida en (2). Hipofléxido presente aun en (5), poniéndose en contacto con la metafosétida y aumentando de longitud con el desgaste.

M 2 (3).—De sección cuadrangular (\*); hipostríida larga y en este estado sólo se ve la mesostríida, que es larga. Con dos parafosétidas, una externa grande y otra interna pequeña. No se ve proparafosétida. Mesofléxido igual que en M 1. Metafosétida paralela al borde proximal, fuerte y en contacto con la parte posterior del hipofléxido. Hipofléxido fuerte.

M 3 (2).—De sección sigmoide, con hipostríida larga y en estado (2) sólo se ve la mesostríida, que es larga. No existe proparafosétida. Parafosétida pequeña, colocada transversalmente en el ángulo ántero-interno. Mesofléxido curvo, que va de la mitad de la cara lingual a la mitad del borde proximal. Metafosétida ligeramente curva, paralela a la anterior y frente al extremo del hipofléxido. Hipofléxido fuerte y dirigido intensamente hacia atrás.

#### DIMENSIONES:

##### *Piezas superiores.*

Longitud P 4-M 3 (alvéolo).....	13,5 mm.
Longitud P 4-M 2.....	10 —
Longitud P 4-M 1 .....	6-6,5 —
P 4: Longitud .....	4,10-4,80 —
Anchura.....	4,10-4,70 —

(\*) En (2) (ejemplar de Stromer) es más alargada ántero-posteriormente y presenta una sola parafosétida.

M 1: Longitud.....	2,55-2,65 mm.
Anchura .....	3,60-4,40 —
M 2: Longitud.....	2,80-3,10 —
Anchura .....	3,55-4,10 —
M 3: Longitud .....	3,72-4,10 —
Anchura .....	2,80-3,60 —
Anchura del I.....	3,2 —

##### *Piezas inferiores.*

P 4: Longitud .....	5,57 —
Anchura.....	4,38 —
M 1: Longitud.....	3,12 —
Anchura .....	3,92 —
M 2: Longitud.....	2,90 —
Anchura .....	3,86 —
M 3: Longitud .....	2,80 —
Anchura .....	3,60 —
D 4: Longitud .....	3,60 —
Anchura .....	3,18 —
Anchura del I.....	2,5-2,8 —
Anchura del I d. ....	2,0 —

La estructura y las dimensiones de las piezas de Sant Quirze coinciden exactamente con los ejemplares dados a conocer por Stromer (63) del Flinz de Munich.

De acuerdo con las descripciones dadas, el diagnóstico de la presente especie puede quedar establecido de la siguiente manera:

*Monosaulax con incisivos inferiores con cara anterior redondeada; los superiores plana; P 4 superior de sección basal triangular y con dos estrías externas (parastría y mesostría). Molares superiores con hipostría y la única estría externa como en Steneofiber. D 4 inferior con dos es-*

*trífidas internas. P 4 inferior de sección triangular y con una sola estríada interna. Molares inferiores con tres estríadas como en Steneofiber. M 1 de forma redondeada. M 3 nunca con parafosétida.*

Uno de nosotros, al describir algunas de las piezas aquí incluídas, en su trabajo sobre los roedores fósiles de Cataluña, dió a conocer la bibliografía referida a la presente especie (10). Asimismo dió una lista de sus localidades, que repetimos aquí. Después de la presente nota, *Monosaulax minutus* se conoce, pues, de los siguientes yacimientos:

Suiza: Elgg (localidad tipo), Tagerweilen, Battershausen y Anwill.

Alemania: Scwendi-Tobel (Wurtemberg), Heisenburg, Liebigberg, Statzling y Aumeister.

Austria: Brunn y Goriach.

França: Sansan (?), Faluns de la Turena (sin indicación de localidad).

España: Sant Quirze (Vallés-Penedés), en la provincia de Barcelona (\*).

(\*) Durante la redacción del presente trabajo fué hallado por nosotros un M 3 superior izquierdo en el nuevo yacimiento de Can Pontic, en las cercanías de Sant Quirze, en el Vallés-Penedés, yacimiento que uno de nosotros, con el Sr. Truyols, ha atribuído al Pontense inferior (78). Es la primera vez, que sepamos, que la especie se halla asociada al *Hipparion gracile* y a otras formas pontienses. La pieza hallada presenta desgaste 3, y en este estado presenta los siguientes caracteres: sección fuertemente estrechada en su porción posterior. Hipostría igual, estría que ha desaparecido. La parafoseta se presenta más reducida y en contacto con el hipoflexo, que se desarrolla. No hay subparafoseta en 3. El mesoflexo se ha convertido en mesofoseta curvada, la cual no llega a las caras externa e interna. El metaflexo se ha transformado en una metafoseta colocada diagonalmente en la cara oclusal del diente. Las dimensiones de esta pieza son: longitud, 3,3 mm.; anchura, 3 milímetros.

En la opinión de Stirton, el Castórido de Gray, citado por Depéret (69) posiblemente debe atribuirse a *Dipoides*.

## V. Género *Dipoides* JAGER

Aparte de los géneros hasta aquí mencionados, existe un interesante grupo de Castóridos, representados en Europa por el género *Dipoides* (conocido también en América por unos restos, en general poco determinables específicamente), indiscutiblemente emparentado con los *Eucastor* norteamericanos y posiblemente ancestral del grupo de los *Procastoroides* y de los gigantes *Castoroides*. Todos ellos se caracterizan por la impronta en S de la superficie oclusal de las piezas dentarias (*rabbit pattern*). De acuerdo con la filogenia expuesta por Stirton en su revisión, existiría una línea evolutiva desde *Monosaulax* de América hasta *Castoroides*, filum al que debe añadirse el género *Procastoroides*, establecido por Barbour y Schutz en 1937. Es interesante el hecho de señalar aquí por vez primera la existencia de finas estriaciones longitudinales en el incisivo de *Dipoides*, lo que vendría a confirmar su parentesco con *Castoroides* (véase en la descripción).

El nombre genérico de *Dipoides* fué establecido por Jager (70) para unos restos procedentes de Wurtemberg, aunque sin señalar nombre de especie genotípica, cosa muy corriente en la época (lo mismo se ha dicho al hablar del género *Steneofiber*). Quenstedt, en 1852, se refiere a la cita de Jager sin aportar ninguna novedad a la cuestión; sólo 67 años más tarde, Schlosser (30), figura y describe el



material de Jager como *Dipoides problematicus*. Un año más tarde, este mismo autor describe otra especie, *D. major*, procedente de China (72), a la que se refirieron posteriormente otros ejemplares de Mongolia (Ertemte y Olan Chorea) descritos por el mismo paleontólogo en 1924 (26) y por Young en 1927 (28). Otra especie europea es el *Dipoides sigmodus*, del Plioceno medio de Montpellier y posiblemente de las bolsas siderolíticas de las canteras de Gray (69), primitivamente atribuido por Gervais a *Castor*; por Pomel (40) a un nuevo género, *Castoromys*, y por el mismo Gervais a *Chalicomys* (41), hasta su verdadera atribución por Schlosser (30) al género de Jager.

Después de 1904, los Castóridos americanos incluidos en los géneros *Eucastor* y *Sigmogomphius* fueron todos ellos reportados al género *Dipoides* por sugerencia de Matthew, que consideró que las afinidades entre estos géneros justificaba su reunión en uno solo que, por prioridad, hubiera sido el de Jager. Stirton (1) restablece el nombre genérico de *Eucastor*, diferenciándolo por varios importantes caracteres del género *Dipoides*, y considera, en cambio, que *Eucastor* y *Sigmogomphius* son sinónimos.

El mismo Stirton, por otra parte, señala algunos restos de *Dipoides*, procedentes de Nevada, Oregón y Nebraska, apuntando sus afinidades con *D. major*, de China. Con respecto a un ejemplar de Snake Creek, en Nebraska, hace notar que podría tratarse de una especie nueva. Posteriormente Wilson (73) establece una nueva forma de *Dipoides* para unos ejemplares del Oregón.

Uno de los ejemplares americanos reportados por el paleontólogo de Berkeley tiene para nosotros un interés especial; se trata de un M 3 superior que ostenta un rudimento de metastría, como se aprecia, asimismo, en el ejemplar de Concud, que describiremos más adelante, y

que, deducido el desgaste, parece observarse también en el M 3 del *D. cf. major* de Mongolia. Desgraciadamente no hemos podido tener en manos todo el material de *Dipoides* hasta hoy descrito para poder obtener una consecuencia concreta respecto de este carácter de la última pieza del maxilar, pero es interesante hacerla resaltar en vistas a una futura complementación de la diagnosis genérica.

En resumen, se conocen actualmente de Europa las siguientes especies de *Dipoides*: *D. problematicus* del Pontense y *D. sigmodus* del Plioceno medio. Ya hemos hecho referencia de las especies asiáticas y americanas del presente género.

Especie descrita:

*Dipoides problematicus* Schlosser.

#### ***Dipoides problematicus* SCHLOSSER**

PIEZAS DESCRITAS: Un fragmento de I sup. Un P 4 sup. der. en mal estado. Un M 3 sup. izq. Dos P 4 inferiores izq.; Col. Villalta-Crusafont; Pontense; Concud (cuenca de Calatayud-Teruel).

Las piezas descritas a continuación fueron atribuidas por dos de nosotros a la especie *Steneofiber jaegeri* Kaup, después de un examen superficial de las mismas (12). Proceden de la clásica localidad de Concud, en la cuenca de Calatayud-Teruel, y fueron halladas en unos escombros procedentes de la excavación de unas trincheras durante la guerra 1936-39. Después de un examen cuidadoso de las

mismas, a pesar de su, en general, mal estado de conservación y a la luz de los nuevos estudios sobre la materia, hemos podido determinarlos como pertenecientes a la presente especie de Schlosser.

#### DESCRIPCIÓN:

##### *Piezas superiores.*

I.—Con cara anterior redondeada y con finísimas estrías longitudinales visibles con luz rasante.

P 4.—En muy mal estado de conservación, lo que impide dar su descripción.

M 3.—De sección casi circular, algo oval, con hipostría hasta la base y con mesostría también igualmente larga. Una parastría corta y un rudimento de metastría. Paraflexo pequeño y adyacente al hipoflexo. Mesoflexo fuerte y curvado hacia la cara distal del diente y abrazado a un pequeñísimo metaflexo. Hipoflexo fuerte y paralelo al borde proximal.

##### *Piezas inferiores.*

P 4.—De sección sigmoidal, con hipostría hasta la base y con dos estrías internas (para y mesostría) igualmente largas. Parafléxico fuerte, casi en contacto con la cara labial y ligeramente dirigido hacia delante. Mesofléxico fuerte y dirigido oblicuamente hasta ponerse casi en contacto con el parafléxico. Hipofléxico muy fuerte y profundo, paralelo al mesofléxico y en contacto (su extremo) con la cara lingual.

#### DIMENSIONES:

Anchura del I superior .....	4,00 mm.
M 3 superior. Longitud .....	4,00 —
Anchura .....	4,00 —

P 4 inferior: Longitud .....	5,00-5,50 mm.
Anchura .....	4,00 —

Utilizando el diagnóstico genérico de Stirton y ampliándolo con los detalles observados por nosotros en las piezas consideradas, caracterizamos a la especie *D. problematicus* de la siguiente manera:

*Dientes muy hipsodontos; incisivos con cara anterior redondeada y con finas estrías longitudinales en la dentina; M 1 y M 2 inferiores con impronta en S en todos los estados de desgaste; hipostría y mesostría no adyacentes; estrías y estrías laterales extendiéndose hasta la base del diente; P 4 inferior con parafléxico no adyacente al hipofléxico (\*); P 4 a M 2 superiores con dos estrías externas hasta la base. M 3 superior con una estría externa hasta la base (mesostría), una parastría corta y un rudimento de metastría; fosetas y fosétidas nunca presentes en M 1 y M 2 superiores e inferiores; ausencia de metaflexo y metafoseta en los molares superiores (excepto un rudimento en el M 3) y de metafléxico y metafosétida en los inferiores.*

La presente especie se conoce, después de las descripciones que hemos dado, de las siguientes localidades: Alemania: Böhnerz de Salmendingen (localidad-tipo). España: Con cud (cuena de Calatayud-Teruel).

Según Stirton, una pieza procedente de Suavia, dada a conocer por Schlosser como *Chalicomys sigmodus* (74) debe considerarse como *D. cf. problematicus*.

(\*) Stirton dice equivocadamente parafosétida e hipofosétida.

## FILOGENIA

Para el cuadro filogenético que incluimos en el presente trabajo (fig. 33), hemos utilizado los datos proporcionados por Stirton en su obra de 1935 (1), introduciendo en su criterio algunas modificaciones de acuerdo con los nuevos datos adquiridos a este respecto gracias a los hallazgos realizados en estos últimos años.

Simpson (16) apunta sus dudas de que los Castóridos sean originarios, como se ha pretendido insinuar, del mismo tronco que las ardillas primitivas del Eoceno; probablemente han surgido de alguna forma desconocida emparentada con los Esciúridos prodrómicos.

Por nuestra parte, y en primer lugar, consideramos el filum de los *Steneofiber* como completamente independiente, y no podemos tenerlo como un ancestral de los *Monosaulax* o de los *Palaeomys*, por existir especies contemporáneas de aquel género con otras de estos dos últimos. Ya hemos dicho anteriormente que existe una serie de especies de *Steneofiber* desde el Estampiense hasta el Vindoboniense superior y probablemente el Pontiense.

El hecho de existir especies de *Dipoides* y de *Eucastor* sincrónicas, nos impide considerar al segundo de dichos géneros como antecesor del primero; de otro lado, la existencia en *Eucastor lecontei* de coronas molares con impronta en S, nos hace suponer a ambos géneros como parientes próximos y quizá de origen común, probablemente a partir de *Monosaulax*. Este último género, según se ha dicho en una nota del texto anterior, llega a ser contemporáneo del *Hipparion* en España.

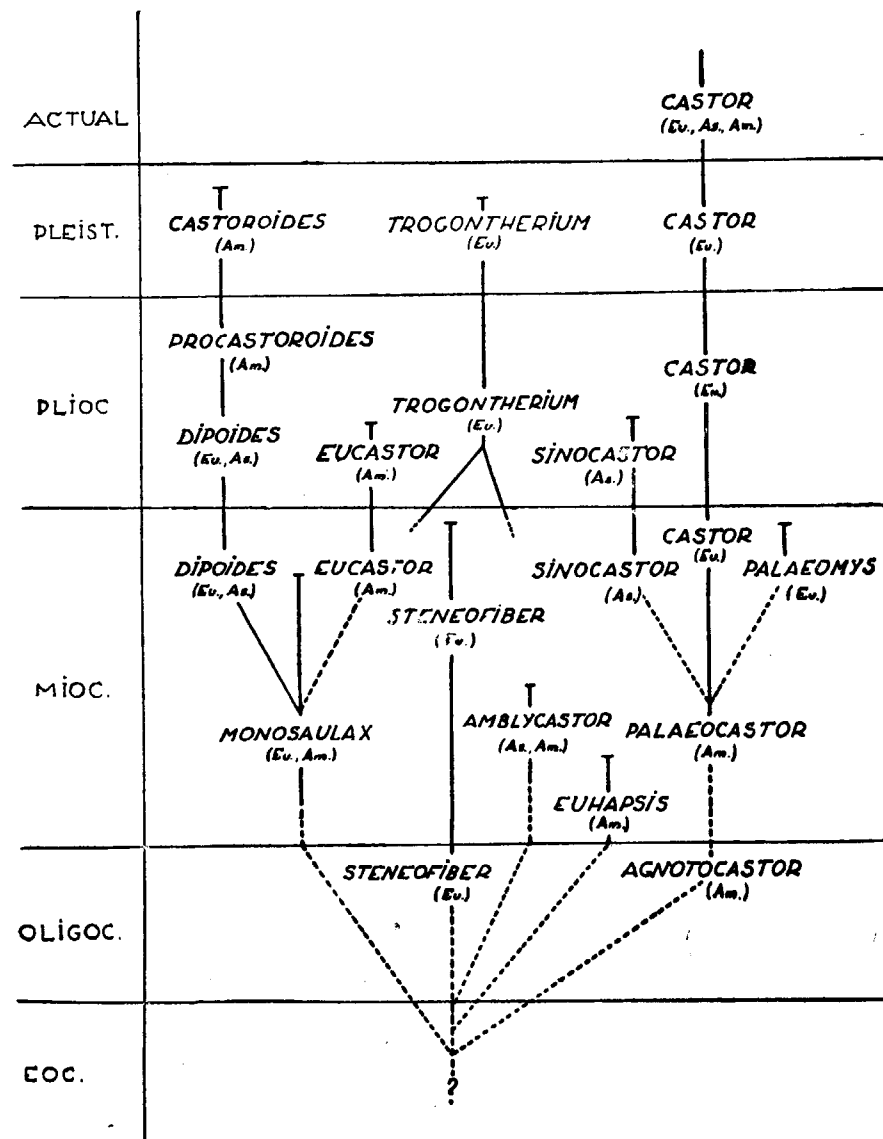


Fig. 33.—Ensayo de filogenia de los Castóridos.

*Palaeomys* es un género morfológicamente vecino de *Castor*, pero no puede ser su ancestral, puesto que según hemos dicho en la parte descriptiva de este trabajo, existen verdaderos *Castor* en el Ponticense, o sea sincrónicos con aquél, incluso en yacimientos muy cercanos (Seu d'Urgell y Cerdaña). Probablemente *Palaeomys* es una rama derivada de un ancestral común con *Castor*, según se indica en el cuadro filético que se inserta.

*Sinocastor* puede considerarse también una rama lateral que hubiera desarrollado su filum en el continente asiático, mostrando claras afinidades con los *Castor* europeos.

La existencia de finas estriaciones en los incisivos de *Dipoides*, que hemos podido observar en nuestros ejemplares del *D. problematicus* de Concud, viene a corroborar la idea de Stirton de considerar a este género como el antecesor de *Castoroides*. Hemos incluido aquí el género *Procastoroides* del Plioceno de América del Norte, descubierto posteriormente al trabajo del ilustre paleontólogo americano.

## DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y ESTRATIGRAFICA

Para dar una idea de la distribución ecuménica de los Castores fósiles y actuales, hemos incluido un mapa entresacado de la tantas veces citada obra del profesor Stirton, de Berkeley, marcando en rayado simple las zonas de habitat de los Castóridos pliocénicos y actuales y en cuadradillo las correspondientes al de los del Terciario (fig. 34). Se han ampliado estas últimas zonas en lo que se refiere a España, destacando toda la región oriental de la Pen-

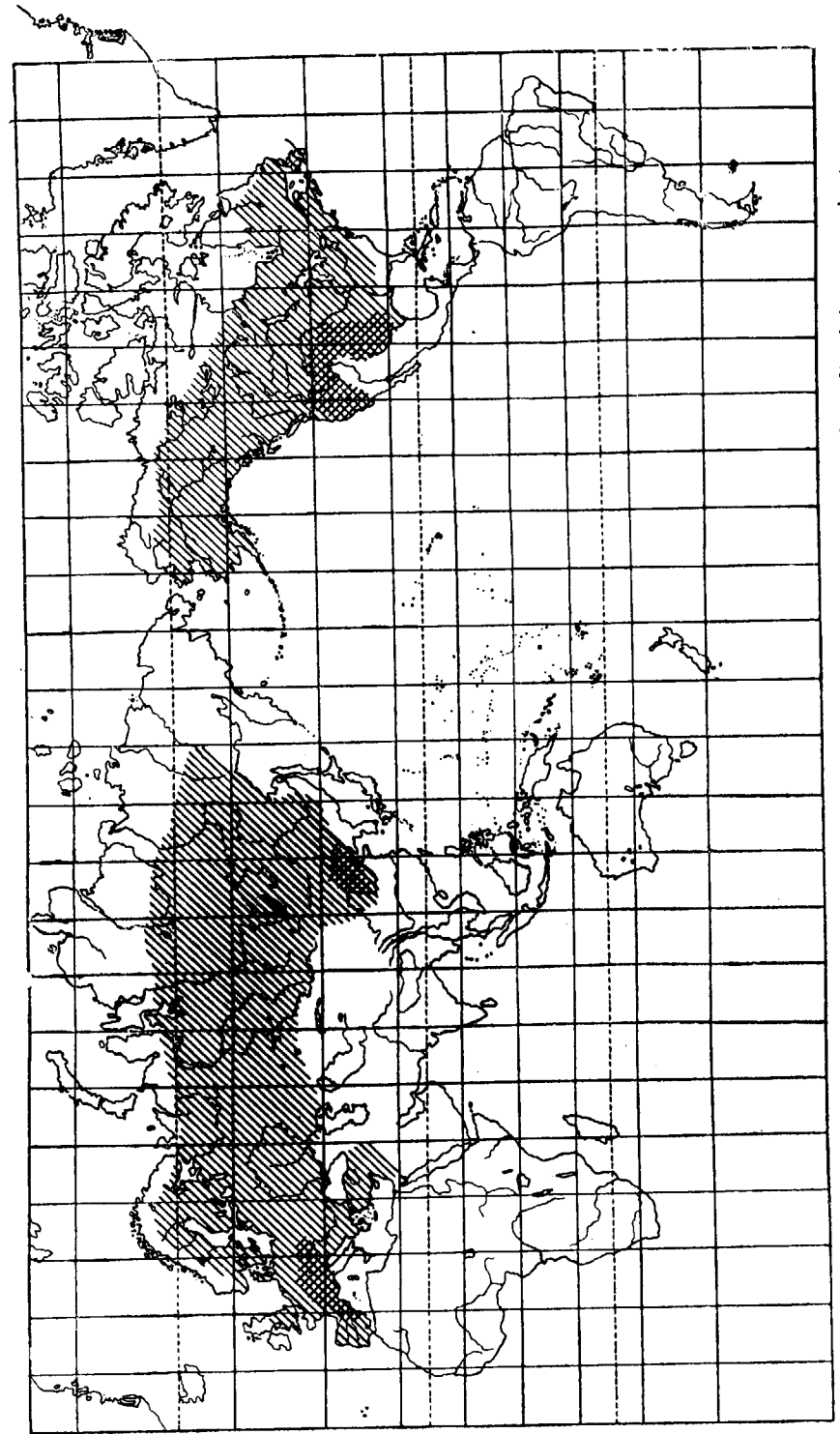


Fig. 34.—Distribución geográfica de los Castóridos fósiles. En rayado simple la de los pliocénicos y recientes; en cuadradillo la de los del Terciario. (De Stirton, modificado.)



ínsula, en donde se han llevado a cabo los hallazgos que anteriormente se han dado a conocer. Incluimos también un gráfico, en donde simultáneamente se indican las dis-

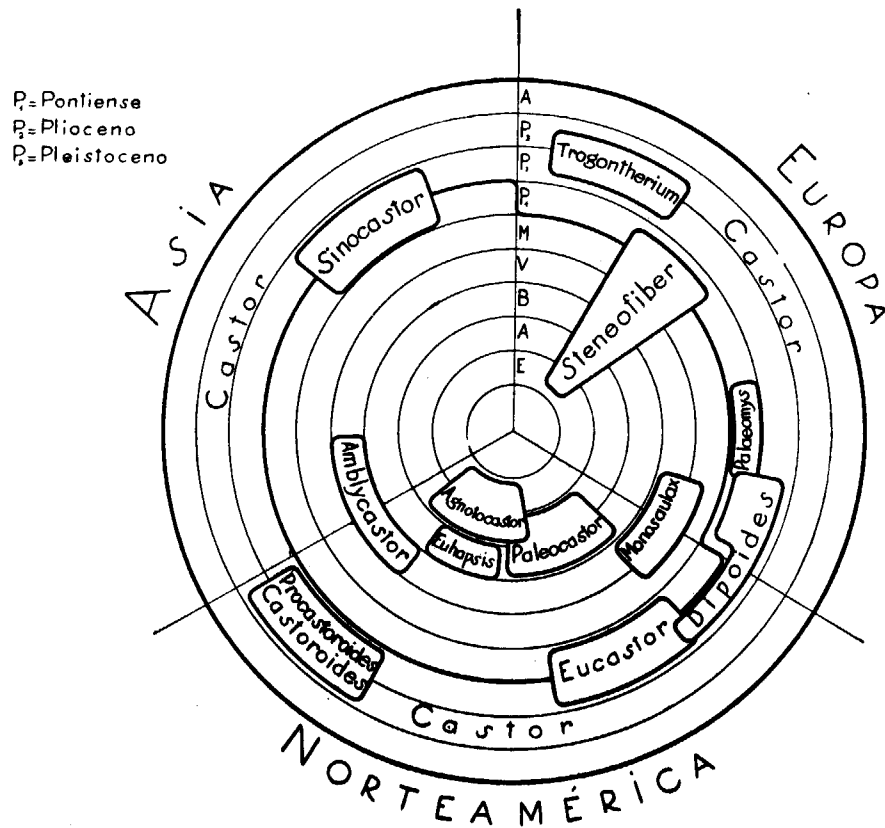


Fig. 35. - Distribución horizontal y vertical de los Castóridos.

tribuciones horizontal y vertical de los distintos géneros de Castóridos conocidos (fig. 35). En el mapa indicado podemos observar que estos animales son y han sido típicamente boreales y parecen no haber alcanzado el Trópico de Cáncer ni aun en los tiempos más remotos de su existencia.

Por lo que se refiere a los representantes del Terciario, se observan tres zonas de distribución bien aisladas: una, americana, que ocupa la parte sudoccidental de los Estados Unidos; otra, asiática, que se extiende por la China del Norte y, por último, otra europea que abarca gran parte de Europa central, llegando hasta las penínsulas italiana y española. Los primeros representantes aparecen en el Oligoceno superior: *Steneofiber* en Europa y *Agnotocastor* en América. La máxima representación de la familia se alcanza en el Mioceno, durante el cual existen hasta 10 géneros. Desde el Plioceno se inicia su decadencia hasta los tiempos actuales.

Por lo que se refiere a los Castóridos recientes, podemos decir que existe solamente el género *Castor*, aparecido en el final del Mioceno y sólo posee dos especies, una europea, el *Castor fiber* y otra americana, *C. canadensis*. Desde el Pleistoceno hasta nuestros días se señala una progresiva reducción del habitat de los representantes del género, debido a la exterminación llevada a cabo por el hombre. Las innumerables localidades del Cuaternario antiguo de Europa atestiguan la primitiva expansión de los castores, ocupando, hasta los tiempos históricos, las regiones forestadas de Europa y llegando incluso a vivir en la Península Ibérica. Actualmente sólo ocupan algunas regiones de Escandinavia y los cursos de algunos grandes ríos de Europa central, como el Ródano, el Elba y el Danubio.

Para la distribución geográfica de los Castores de la Península Ibérica hemos utilizado el mapa de las cuencas miocénicas, publicado por Royo y Gómez (44), señalando en ellas los yacimientos anteriormente descritos (fig. 36). También hemos situado en él la única cita del Pleistoceno, en Olazagutía (Navarra). Es curioso observar que los Castores del Terciario, según los datos conocidos hasta ahora, se extienden sólo por las regiones más orientales de la Pen-

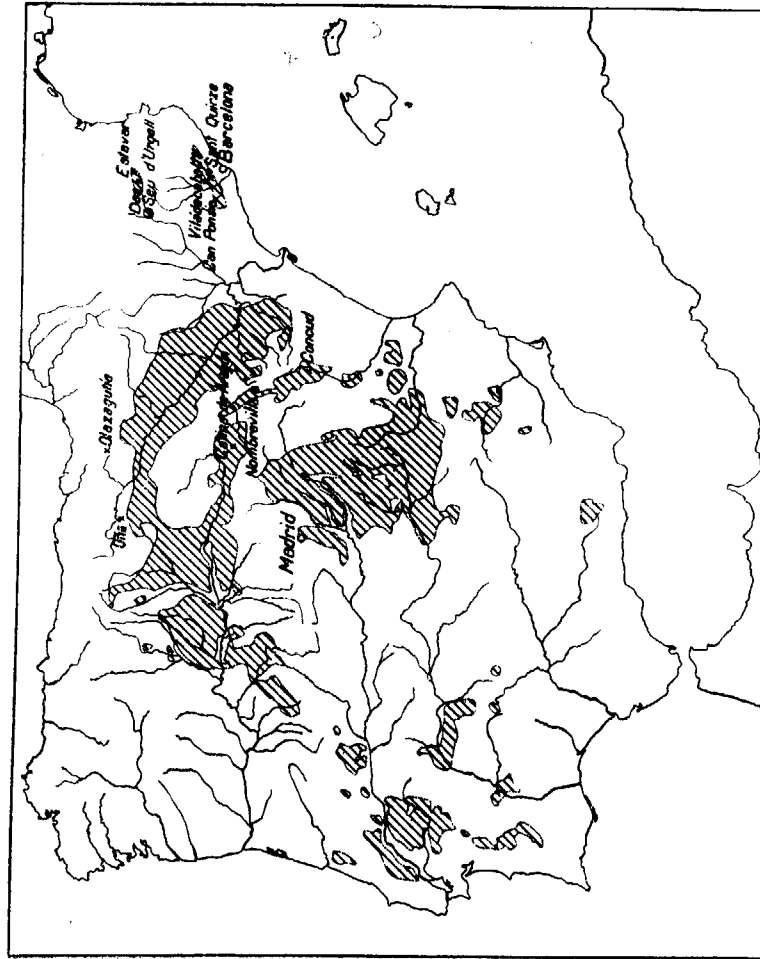


Fig. 36.— Los yacimientos de Castóridos fósiles de España.

ínsula, probablemente más forestadas y más húmedas en el Mioceno, que el resto de España. Por lo demás, cabe indicar, como dato de interés, la absoluta ausencia de los mismos en el rico yacimiento de Hostalets de Pierola, en el Vallés-Penedés, mientras que por el contrario se han mostrado bastante abundantes en las otras localidades de la misma cuenca. Según lo dicho en otro de nuestros trabajos (48), ello parece estar de acuerdo con las condiciones paleogeográficas que nos vienen indicadas por la naturaleza de los sedimentos; puesto que mientras que en Hostalets de Pierola parecen haber dominado los regímenes torrenciales y turbulentos, la región de Sant Quirze, que incluye el yacimiento más rico en restos de Castores, indicaría una zona lacustre con regímenes fluviales de aguas tranquilas, más a propósito para la existencia de las madrigueras construídas por estos animales.

## CRONOLOGIA

En un trabajo que uno de nosotros (Crusafont) ha realizado en colaboración con el Sr. Jaime Truyols, se indican las aplicaciones prácticas de la Geocronología al estudio de los grupos paleontológicos (88). Siguiendo las normas sugeridas por Zeuner en un trabajo reciente (89), hemos querido computar la edad de la familia de los Castóridos de acuerdo con los datos aportados por el método radioactivo de medición de edades, el cual parece ser hoy por hoy el más preciso. De otro lado, y tomando como base el número total de especies de entre todos los géneros conocidos de la familia y correspondientes a cada época, y construyendo en coordenadas estos datos y la duración

de los distintos períodos geológicos durante los cuales se han desarrollado los filums que aquí nos interesan, hemos trazado una gráfica que nos ilustra, no sólo sobre la edad de la familia estudiada, sino sobre el modo de evolución y desarrollo de la misma (fig. 37). En este grupo no hallamos de manera concluyente, como en otros, la llamada *evolución*

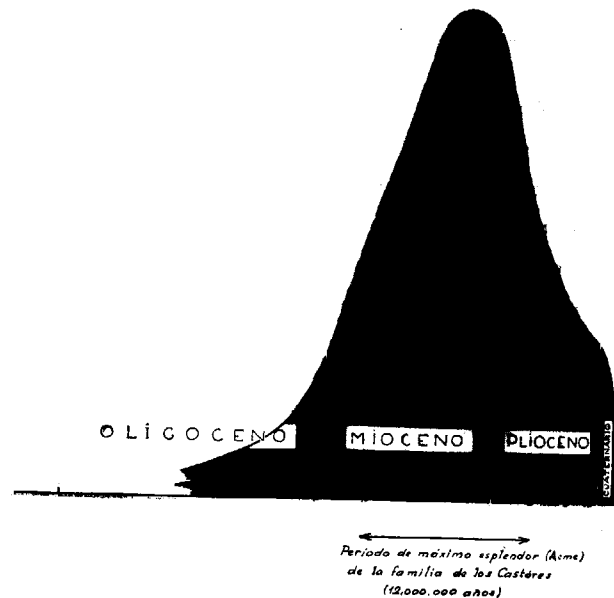


Fig. 37. —Desarrollo cronológico de los Castóridos

*explosiva*; la gráfica nos habla mejor de una especie de curva de Gauss de la población vertical, en la cual el máximo desarrollo corresponde a la segunda mitad del Mioceno y principios del Plioceno, lo que nos da un período de acmé o clímax de unos doce millones de años. El momento de aparición de los verdaderos Castóridos se remonta, según los cálculos radioactivos, a unos treinta millones de años.

Empezando éstos en el Estampienense nos hallamos con

una sola especie (que corresponde al género *Steneofiber*); en el Aquitaniense son ya cuatro las especies de Castóridos (una de *Steneofiber*, dos de *Agnotocastor* y una de *Palaeocastor*); en el Burdigaliense tenemos un total de nueve (una de *Euhapsis*, una de *Steneofiber* y siete de *Palaeocastor*); 10 en el Vindoboniense (dos de *Steneofiber*, dos de *Amblycastor* y seis de *Monosaulax*); pasamos a 14 en el Pontiense (tres de *Castor*, una de *Steneofiber*, una de *Palaeomys*, una de *Monosaulax*, cinco de *Eucastor*, dos de *Dipoides* y una de *Sinocastor*). El Plioceno inferior posee aún un número de 11 especies (cuatro de *Castor*, una de *Trogontherium*, una de *Eucastor*, tres de *Dipoides* y dos de *Sinocastor*); el Plioceno superior tiene ya sólo tres (dos de *Castor* y una de *Procastoroides*); durante el Pleistoceno hallamos todavía cuatro especies (una de *Castor*, dos de *Trogontherium* y una de *Castoroides*), mientras que en la actualidad sólo nos quedan dos y aun del mismo género (*Castor*). Claro que todas estas consideraciones están basadas en los conocimientos actuales y pueden aún existir diversas lagunas; de todos modos, no creemos que la curva de expansión pueda sufrir importantes alteraciones.

En el Vindoboniense, según se ha visto por los datos anteriormente expuestos, se acusa un descenso en la progresiva aceleración de la curva de expansión biológica de los Castóridos, pues de nueve especies en el Burdigaliense se pasa a sólo 10 en el Vindoboniense, y de aquí a 14 en el Pontiense. Análogo fenómeno se repite en el otro extremo de la curva, pues en el Plioceno inferior existen todavía 11 especies, que se reducen a sólo tres en el Plioceno superior para pasar a cuatro en el Pleistoceno. Ello se debe atribuir, casi sin ninguna clase de dudas, al hecho de un insuficiente conocimiento de las faunas de estos períodos. Es evidente, por ejemplo, que falta hallar alguna es-

pecie de *Trogontherium* en el Plioceno superior, toda vez que existe en el Plioceno inferior y en el Pleistoceno. En el gráfico adjunto se han corregido estas anomalías para lograr una curva más regular. Si en lugar de construir ésta a base del número de especies, se hubiese hecho de acuerdo con el de géneros, nos encontraríamos que la máxima representación genérica de los Castóridos corresponde de manera absoluta al Pontiense, simultáneamente con una gran expansión geográfica de los mismos.

### TERATOLOGIA

En los numerosos ejemplares de Castóridos miocénicos examinados por nosotros con motivo del presente trabajo, no hemos podido observar alteración alguna en la configuración de las piezas de su sistema dentario que nos permitiera sospechar la existencia de caracteres teratológicos. Sólo en un premolar superior del *Castor fiber* del Pleistoceno de Olazagutía, como ya se dijo antes, nos ha sido dado observar en la base del diente un abultamiento en forma de mamelón que puede interpretarse como una hipertrofia de la dentina y, por lo tanto, hacer pensar en una alteración funcional del germen adamantino (lám. III, fig. 7). Por falta material de tiempo nos ha sido imposible practicar por el momento un estudio histológico de esta región de la pieza, que hubiera podido arrojar una luz más precisa sobre el origen de este carácter anómalo, aun cuando tenemos el propósito de realizarlo cuanto antes.

En los últimos años se han realizado estudios serios de patología y de teratología en las investigaciones paleontológicas. Principalmente se han dirigido a la observación de las posibles enfermedades del hombre fósil y subfósil, pero algunos autores se han dedicado también al examen e interpretación de lesiones óseas en paleontología animal, tales Schmerling (80), Abel (81), Astre y, principalmente, Pales (82), aunque referidos de una manera especial a la fauna pleistocénica, en donde la observación da resultados más positivos dado el estado relativamente poco avanzado del proceso de fosilización; recordemos, por ejemplo, los casos de distrofias osteoartríticas y de nanismos teratológicos en el oso de las cavernas.

Por nuestro lado, creemos que esta es la primera vez que se señalan anomalías de orden teratológico en los Castores del Pleistoceno.



## BIBLIOGRAFIA

- (1) STIRTON (R. A.): «A Review of the Tertiary beavers».—*Bull. of the Department of Geol. Scienc. University of California*. Vol. 23, Num. 13. Berkeley, 1935.
- (2) DEPÉRET (CH.) y RÉROLLE (L.): «Note sur la Géologie et sur les Mammifères fossiles du bassin lacustre miocène supérieur de la Cerdagne».—*Ext. du Bull. de la Socièté Géol. de France*. 3<sup>ème</sup>. sér., Tom. XIII. Paris, 1885.
- (3) BATALLER (J. R.): «Mamífers fòssils de Catalunya».—*Treballs de la Inst. Cat. d'Hist. Nat.* Barcelona, 1918.
- (4) ALMERA (J.): «Sobre la serie de mamíferos fósiles descubiertos en Cataluña».—*Bol. de la Real Acad. de Cienc. y Artes de Barcelona*. Tercera época, vol. 1, número 20, mem. 10. Barcelona, 1898.
- (5) MALLADA (L.): «Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España».—*Bol. Com. Mapa Geol. de España*. Tomo XVIII. Madrid, 1892.
- (6) HERNÁNDEZ-PACHECO (E.): «Los vertebrados terrestres del Mioceno de la Península Ibérica».—Memoria número 4 de la *R. Soc. Esp. de Hist. Nat.* Tomo IX. Madrid, 1914.
- (7) GÓMEZ-LLURCA (F.): «Mamíferos fósiles del Terciario».—*Trab. del Inst. de Cienc. Nat. «José de Acosta». Serie Geol. Con. Sup. de Inv. Cient.* Tomo 1, núm. 2. Madrid, 1944.
- (8) BATALLER (J. R.): «Contribució a l'estudi de nous mamífers fòssils de Catalunya».—*Arxius de l'Inst. de Ciències*. Any XII, Núm. 1. Barcelona, 1924.
- (9) BATALLER (J. R.): «Los yacimientos de vertebrados fósiles miocénicos de Cataluña».—*Congrès Géol. Intern. Comptes-Rendus de la XIV ses.* 3<sup>ème</sup>. fasc. Madrid, 1928.
- (10) BATALLER (J. R.): «Els ratadors fòssils de Catalunya».—Barcelona, 1938.

- (11) VILLALTA (J. F. DE) y CRUSAFONT PAIRÓ (M.): «Los vertebrados fósiles del Mioceno continental del Vallés-Penadés (prov. de Barcelona)».—*Publicaciones del Museo de Sabadell*. Sabadell, 1941.
- (12) VILLALTA (J. F. DE) y CRUSAFONT PAIRÓ (M.): «Resultados de una excursión paleontológica por los alrededores de Teruel». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Tomo XL. Madrid, 1942.
- (13) VILLALTA (J. F. DE) y CRUSAFONT PAIRÓ (M.): «Noticia preliminar sobre una fauna de mamíferos aquitanienses en Cetina de Aragón (Zaragoza)».—*Las Ciencias*. Año X, núm. 4. Madrid, 1946.
- (14) RUIZ DE GAONA (M.): «Un yacimiento de mamíferos pleistocénicos en Olazagutía (Navarra)».—*Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.* Tomo XXXIX. Madrid, 1941.
- (15) ZITTEL (K. A.): «Text-Book of Palaeontology».—Vol. III. Mammalia. Mac-Millan and Co. Londres, 1925.
- (16) SIMPSON (G. G.): «The principles of classification and a classification of Mammals».—*Bull. of the Amer. Mus. of Nat. Hist.* Vol. 85. New York, 1945.
- (17) ELLERMAN (J. R.): «The families and genera of living rodents».—British Museum (Nat. Hist.). Vol. 1. Londres, 1940-41.
- (18) TULLBERG (T.): «Ueber das System der Nagethiere: eine phylogenetische Studie».—*Akad. Buchdruckerei*. Upsala, 1899.
- (19) WINGE (H.): «Hagerups Forlag, Vol. 2. Rodentia, Carnivora, Primates».—Pattetryr-Salaegter. Copenhagen, 1923-24.
- (20) STEHLIN (H. G.) y HELBING (H.): «Catalogue des ossements de mammifères tertiaires de la Col. Bourgeois a l'Ecole de Pont-Levoy (Loir-et-Cher)».—Ext. du *Bull. núm. 18 de la Soc. d'Hist. Nat. et d'Anthr. de Loir-et-Cher*. Blois, 1925.
- (21) MAYET (L.): «Etude des mammifères miocènes des sables de l'Orléannais et des faluns de la Touraine».—*Ann. de l'Univers. de Lyon*. Nouv. Sér. I, Scienc., Fasc. 24. Lyon, 1908.
- (22) MATTHEW (W. D.): «On the osteology and relationships of *Paramys*, and the affinities of the *Ischromyidae*».—*Bull. of the Amer. Mus. of Nat. Hist.* Vol. 28. New York, 1910.
- (23) KAUP (J.): «Beschreibung dreier Gattungen urweltlicher Nager des zoologischen Museums zu Darmstadt».—*Isis von Oken*. Heft. 9. 1832.
- (24) KAUP (J.): «Briefwechsel».—*Jahrb. Min. Geol. Pal.* 1839.
- (25) SIMPSON (G. G.): «Criteria for genera, species, and subspecies in Zoology and Paleozoology».—*Ann. of the New York Acad. of Scienc.* Vol. XLIV, Art. 2. New York, 1943.
- (26) SCHLOSSER (M.): «Tertiary vertebrates from Mongolia».—*Geological Survey China. Pal. Sinica*. Volumen I, fascículo I. Peiping, 1924.

- (27) TEILHARD DE CHARDIN (P.) y YOUNG (C. C.): «Fossils mammals from the late Cenozoic of northern China».—*Geol. Surv. China. Pal. Sinica*. Vol. 9. Peiping, 1931.
- (28) YOUNG (C. C.): «Fossile Nagethiere aus Nord-China».—*Geol. Surv. China. Pal. Sinica*. Vol. 5. Peiping, 1927.
- (29) YOUNG (C. C.): «On the Insectivora, Chiroptera, Rodentia, and Primates other *Sinanthropus* from locality 1 at Choukoutien».—*Geol. Surv. China. Pal. Sinica*. Vol. 8. Peiping, 1934.
- (30) SCHLOSSER (M.): «Beitrage zur Kenntniss der Saugethierreste aus den suddeutschen Bohnerzen».—*Geol. Pal. Abh.* Bd. 5. Jena, 1902.
- (31) SCHREUDER: «*Castor praefiber* Depéret in der Fauna von Rousillon».—*Paleontol. Zeitschr.* Bd. IX, H. 4. 1928.
- (32) STEHLIN (H. G.): «Revision der Saugethierfunde aus Hochterrasse und aus Ablagerungen der grossten Vergletscherung».—*Eclogae Geologicae Helvetiae*. Vol. XVII, Num. 3. Basel, 1922.
- (33) DUBOIS (G.): «Rongeurs caracteristiques des differents étages du Quaternaire de l'Europe occidentale».—*Ann. Soc. Géol. du Nord*. Lille, 1925.
- (34) VIRET (J.) y BALLAND (R.): «Un gisement de mammifères quaternaires à Bruges (Gironde)».—Ext. du *Bull. de la Soc. Géol. de France*. 5<sup>ème</sup> sér., T. VIII. Paris, 1938.
- (35) DIDIER (R.) y RODE (P.): «Les Mammifères de France».—*Archives d'Histoire Naturelle*. X. Lechevalier. Paris, 1935.
- (36) GEOFFROY SAINT-HILAIRE (E.): «Révue encyclopedique».—Volume 59. 1833.
- (37) SIMIONESCU (I.): «Vertebratele pliocene de la Malusteni (Covurlui)».—*Academia Romana. Public. Fond. Vas. Adam*. Tom. IX, Num. 49. Bucaresti, 1930.
- (38) MEYER (H. von): «Briefwechsel».—*Jahrb. Min. Geol. Pal.* 1838.
- (39) POMEL (A.): «Note sur des animaux fossiles découverts dans le département de l'Allier».—*Bull. Soc. Géol. de France*. 2<sup>ème</sup> Sér., Tom. 4. Paris, 1846.
- (40) POMEL (A.): «Catalogue méthodique et descriptif des vertébrés fossiles».—Paris, 1853.
- (41) GERVAIS (P.): «Zoologie et paléontologie françaises». Paris, 1859.
- (42) VIRET (J.): «Les faunes de mammifères de l'Oligocène supérieur de la Limagne bourbonnaise».—*Ann. de l'Univers. de Lyon*. I. Scienc., Fasc. 47. Lyon, 1929.
- (43) STEHLIN (H. G.): «Übersicht über die Saugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung». *Verh. der Naturfors. Gesells.* Bd. 25. Basel, 1914.
- (44) ROYO Y GÓMEZ (J.): «Tectónica del Terciario continental Ibérico».

- Congres Géol. Inter. Comptes-Rendus de la XIV ses. Deux. Fasc. Madrid, 1926.
- (45) HERNÁNDEZ PACHECO (E.): «Nuevos yacimientos de vertebrados miocénicos y deducciones de orden paleofisiográfico». — *Asoc. Esp. para el Progreso de las Ciencias. Congreso de Oporto, 1921.*
- (46) ROMAN (F.) y VIRBT (J.): «La faune de mammifères du Burdigalien de La Romieu (Gers)». — *Mem. de la Soc. Géol. de France. Nouv. Sér. Tom. IX., Fasc. 2-3, Mém. 21. Paris, 1934.*
- (47) RIBERA (J. M.<sup>a</sup>), VILLALTA (J. F. DE) y CRUSAFONT (M.): «Sobre el Plioceno Continental del Alto Ampurdán». — *Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat. Tomo XLIII. Madrid, 1945.*
- (48) VILLALTA (J. F. DE) y CRUSAFONT PAIRÓ (M.): «La Paleomastología española en los últimos años». — *Ext. de Arbor. Núm. 8, tomo III. Madrid, 1945.*
- (49) VILLALTA (J. F. DE) y CRUSAFONT PAIRÓ (M.): «Un *Anchitherium* en el Pontiense español: *Anchitherium sampelayoi* nova sp. — *Ext. de Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Minero de España. Núm. 14. Madrid, 1945.*
- (50) FRIANT (M.): «Recherches anatomiques sur le *Castor Anderssoni* Schlosser, et considerations sur l'évolution dentaire des Castoridés». — *Ext. du Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. Vol. XXVI. Upsala, 1936.*
- (51) WEGNER (R. N.): «Wirbeltierreste aus dem Ober-Miocen von Oberschlesien, insbesondere von Kgl. Neudorf bei Opehn». — *Paleontographica. Sechzigster Band. IV. Stuttgart, 1913.*
- (52) MEYER (H. VON): «Briefwechsel». — *Jährb. für Min. Geol. und Paleontol. 1844.*
- (53) FRAAS (O.): «Die Fauna von Steinheim». — *Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württenb. Stuttgart. 1870.*
- (54) MEYER (H. VON): «Schildkroten und Säugethiere aus der Braunkohle von Turnau in Steiermark». — *Paleontographica. Bd. 6. Stuttgart, 1856-8.*
- (55) HOERNES (R.): «Säugethierreste aus der Braunkohle von Goriach bei Turnau in Steiermark». — *Jb. geol. Reichsanst. 32. Wien, 1882.*
- (56) HOFMANN (A.): «Über einige Säugetierreste aus den Miocenschichten von Feisternitz bei Eibiswald in Steiermark». — *Jb. geol. Reichsanst. 40. Wien, 1891.*
- (57) HOFMANN (A.): «Vorläufige Mittheil. über neuere Funde von Säugethierreste von Goriach». — *Verh. geol. Reichsanst. Wien, 1886.*
- (58) HOFMANN (A.): «Die Fauna von Goriach». — *Abh. geol. Reichsanst. 15. Wien, 1893.*
- (59) REDLICH (K. A.): «Eine Wirbeltierfauna aus dem Tertiär von

- Leoben». — *Sitz-Ber. Ak. Wiss. Wien, math.-nat. Cl. 107. Wien, 1898.*
- (60) REDLICH (K. A.): «Neue Beiträge zur Kenntnis der Tertiären und diluvialen Wirbeltierfauna von Leoben». — *Verh. geol. Reichsanst. Wien, 1906.*
- (61) BACH (F.): «Die tertiären Landsäugetiere der Steiermark». — *Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, 45. Graz, 1909.*
- (62) ZAZVORKA (V.): «*Steneofiber jaegeri* Kaup, aus dem Obermiocän von Strakonice (Sudböhmen)». — *Zentralbl. f. Min. Geol. Pal. Stuttgart, 1937.*
- (63) STROMER (E.): «Wirbeltiere im obermiocänen Flinz Munchens». — *Abh. der Bayer. Akad. Wiss. math.-natur. Abt. Bd. 32. 1928.*
- (64) SEEMANN (I.): «Die insektenfresser, Fledermäuse und Nager aus der Obermiocänen Braunkohle von Viehhausen bei Regensburg». — *Paleontographica, Bd. LXXXIX. Stuttgart, 1938.*
- (64 bis) ASTRE (G.): «Mammifères des lignites pontiens d'Orignac». — *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse. Tome 64. Toulouse, 1932.*
- (65) COPE (E. D.): «Notes on the Santa Fe marls and some of the contained vertebrate fossils». — *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 1874.*
- (66) MATTHEW (W. D.) y COOK (H. J.): «A pliocene fauna von Western Nebraska». — *Bull. Am. Mus. Nat. Hist. Vol. 26. New York, 1909.*
- (67) DOUGLASS (E.): «Fossil mammalia of the White River beds of Montana». — *Trans. Am. Philos. Soc. Vol. 20. 1921.*
- (68) MATTHEW (W. D.): «A horned rodent from the Colorado Miocene. With a revision of the mylagauli, beavers, and hares of the American Tertiary». — *Bull. Am. Mus. Nat. Hist. Vol. 16. New York, 1902.*
- (69) DEPÉRET (CH.): «La faune de mammifères miocènes de La Grive Saint-Alban». — *Arch. du Mus. d'Hist. Nat. de Lyon. Vol. 5. Lyon, 1892.*
- (70) JAGER (G. F.): «Ueber die fossilen Säugethiere, welche in Württemberg gefunden worden sind». — *Abth. 1. 1835.*
- (71) QUENSTEDT (F. A.): «Handbuch der Petrefaktenkunde». — *Tübingen, 1852.*
- (72) SCHLOSSER (M.): «Die fossilen Säugethiere Chinas nebst einer Odontographie der recenten Antilopen». — *Abh. der Bayer. Akad. Wiss. math.-physik. Kl. Bd. 22. Abh. 1. 1903.*
- (73) WILSON (R. W.): «A pliocene rodent fauna from Smiths Valley, Nevada». — *Carnegie Int. Washington. Public. Num. 473. 1936.*
- (74) SCHLOSSER (M.): «Die Nager des europäischen Tertiärs». — *Paleontographica. Stuttgart, 1885.*

- (75) CRUSAFONT PAIRÓ (M.) y VILLALTA (J. F. DE): «Sobre la caracterización de niveles meóuticos en el Vallés».—Ext. del *Mus. de la ciudad de Sabadell*.—Vol. III. Sabadell, 1947.
- (76) DEPÉRET (CH.): «Recherches sur la sucesion des faunes de Vertébrés miocènes de la Vallée du Rhône».—*Arch. du Mus. d'Hist. Nat. de Lyon*. Tom. IV. Lyon, 1887.
- (77) SOLÉ SABARÍS (L.) y LLOPIS LLADÓ (N.): «Estudios geológicos en el Alto Valle del Segre».—*Rev. Ilerda. Inst. de Est. Ilerd.* Núm. II, fasc. II. Lérida, 1944.
- (78) CRUSAFONT PAIRÓ (M.) y TRUYOLS SANTONJA (J.): «Sobre el descubrimiento de un nuevo yacimiento del Meóutico en el Vallés».—*Bol. del Inst. Geol. y Min. de España* (en prensa).
- (79) MILLER (G. S.): «Catalogue of the Mammals of Western Europe». *British Museum*. London, 1912.
- (80) SCHMERLING: «Description des ossements fossiles a l'état pathologique provenant des cavernes de la province de Liège». *Bull. Soc. Géol. France*. Prim. sér. Paris, 1835.
- (81) ABEL (O.): «Neuere Studien uber Krankheiten fossiler Wirbelthiere».—*Werhandl. der zool. botan. Gesellschaft*. Bd. 73. 1924.
- (82) PALES (L.): «Etat actuel de la paléopathologie. Contribution a l'étude de la pathologie comparative».—Thèse médecine. Bordeaux, 1929.
- (83) SCHREUDER (A.): «*Conodontes, Trogontherium* and the other *Castoridae*».—*Palaeontologische Zeitschrift*. Bd. 13. Berlin, 1931.
- (84) SCHREUDER (A.): «*Trogontherium cuvieri* Fischer, von Püspökfürdő, nebst einer Bemerkung über die *Castoriden* von China».—*Annales Musei Nationalis Hungarici*. XXIX. Budapest, 1935.
- (85) FISCHER (G.): «Sur l'*Elasmotherium* et le *Trogontherium* deux animaux fossiles inconnus de la Russie».—*Mem. de la Soc. Imp. des Nat. de Moscou*. Tom. II. Moscou, 1809.
- (86) NEWTON (E. T.): «On a skull of *Trogontherium cuvieri* from the Forest-Bed of East Runton, near Cromer».—*Trans. of the Zool. Soc. of London*. Vol. XIII. Part. IV. London, 1892.
- (87) ZAZVORKA (V.): «*Trogontherium cuvieri* Fischer, od Prezletic (Stredni Cechy) a porovnání z ostatními známými nalezišti *Trogontherii* v Evrope».—*Sbornik Národního Muzea v Praze*. Vol. I. B. Praha, 1938.
- (88) CRUSAFONT PAIRÓ (M.) y TRUYOLS SANTONJA (J.): «Geocronología y Paleontología».—*Revista de Geofísica*. Núm. 24. Madrid, 1947.
- (89) ZEUNER (F. E.): «Dating the past. An introduction to Geochronology».—Methuen Co. London, 1946.
- (90) SCHLOSSER (M.): «Neuere funde von Wibeltieren, besonders Säu-

- gethieren, im Tertiär und Pleistocän der Iberischen Halbinsel.—*Centralblatt für Min. Geol. un Paläont.* Stuttgart, 1921.
- (91) STIRTON (R. A.): «Observations on evolutionary rates in hypsodonty».—*Evolution*. Vol. I. Nos. 1-2. March-june, 1947.



LAMINA I

- Fig. 1. *Palaeomys castoroides* Kaup: P 4-M 2 sup. der., tam. 2,5:1. Pontienne. Das. Cerdaña. *Genohipotipo*.
- Fig. 2. --*Palaeomys castoroides* Kaup: P 4 sup. der., caras ext. e int., tam. nat. Pontienne. Das. Cerdaña.
- Fig. 3. --*Palaeomys castoroides* Kaup: M 1 sup. der., caras ext. e int., tam. nat. Pontienne. Das. Cerdaña.
- Fig. 4. --*Palaeomys castoroides* Kaup: M 2 sup. der., caras ext. e int., tam. nat. Pontienne. Das. Cerdaña. Col. Museo Martorell (Barcelona).
- Fig. 5. --*Palaeomys castoroides* Kaup: P 4 sup. izq., caras ext., int. y oclusal, tamaño nat. Pontienne. Nombrevilla (Zaragoza). Fig. 5 a: el mismo, cara oclusal a 2,5:1. Col. Villalta-Crusafont.
- Fig. 6. --*Castor fiber* Linné: P 4-M 3 sup izq. (desg. 4), tam. nat. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra). Col. Excma. Diputación Provincial de Guipúzcoa. -- Fig 6 a, el mismo, a 2,5:1.

Fotos Andrés-Villalta

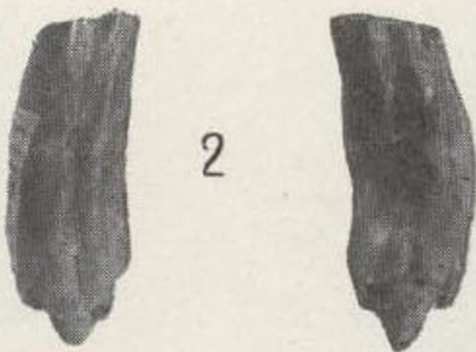




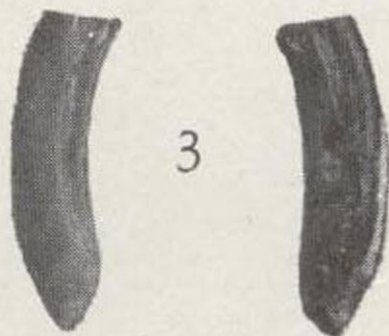
1



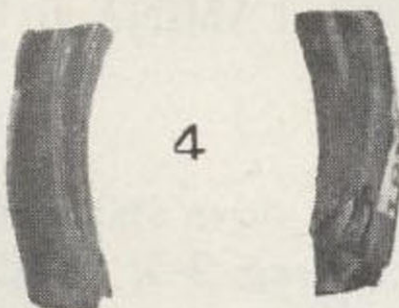
2



3



4



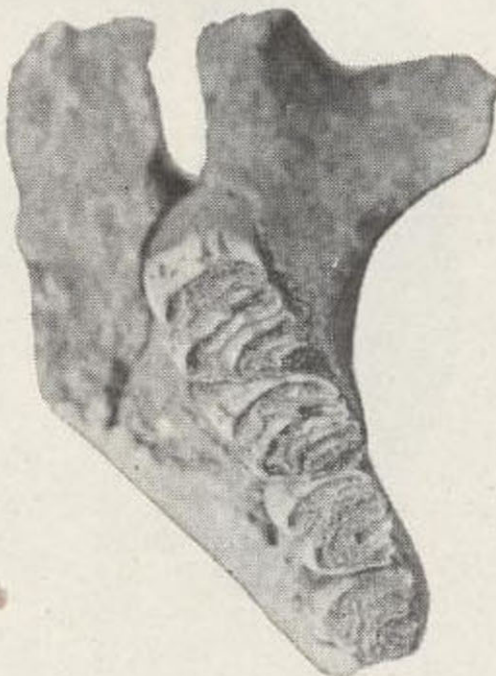
5



5a



6



6a





LAMINA II

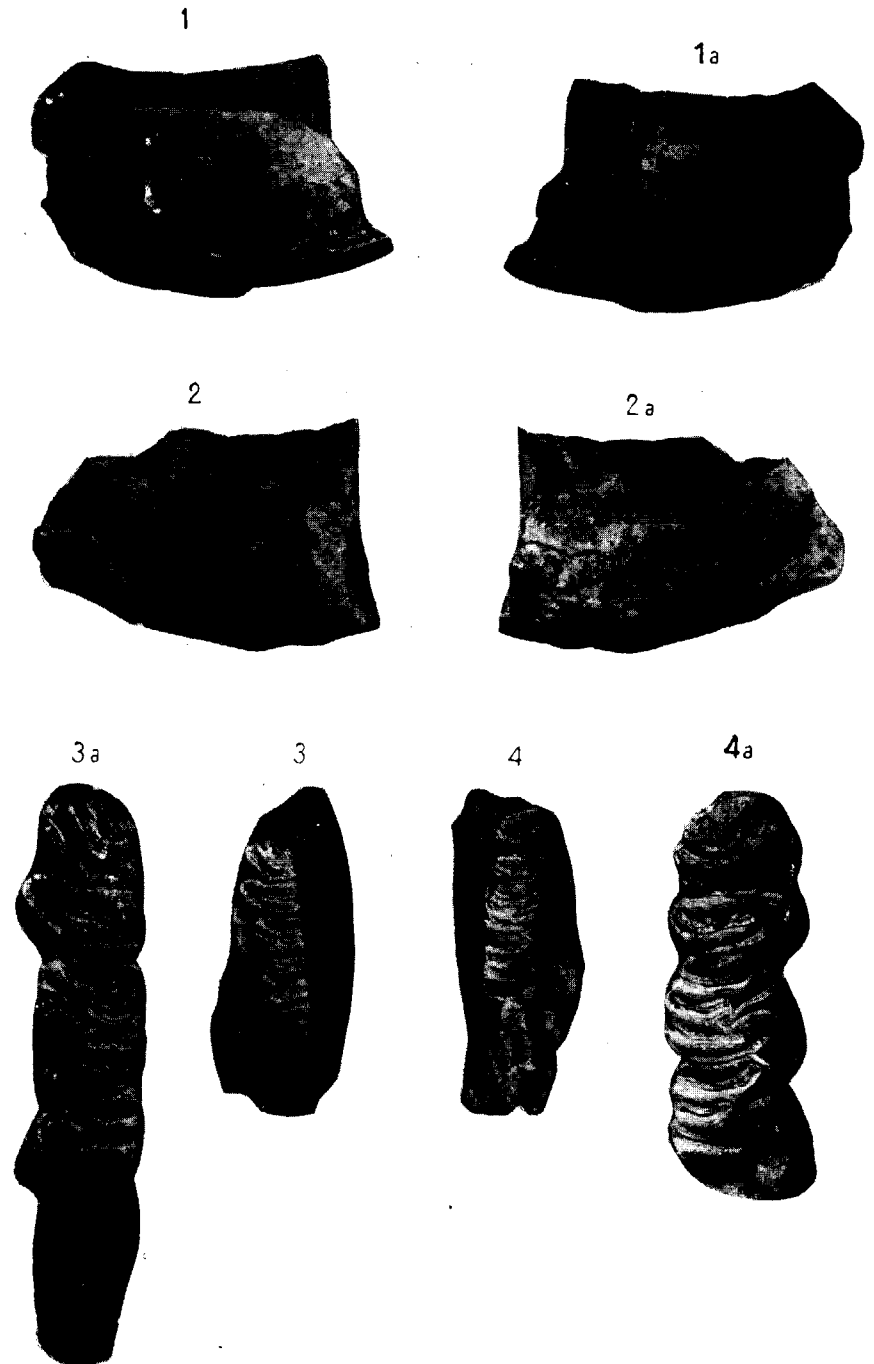
Figs. 1 y 1 a.—*Castor vidali nova sp.*: mandíbula izquierda con I, P 4-M 3; tam. nat., (desg. 2-3). Pontiense. Seu d'Urgell. Colección Guerin. *Holotipo*.

Figs. 2 y 2 a.—*Castor vidali nova sp.*: mandíbula derecha con I, P 4-M 2; tam. nat. (desg. 2-3). Pontiense. Seu d'Urgell. Colección Guerin.

Fig. 3.—*Castor vidali nova sp.*: la mandíbula de la figura 1 vista por la cara oclusal, a tam. nat.—Fig. 3 a: la misma, a 2:1.

Fig. 4.—*Castor vidali nova sp.*: la mandíbula de la figura 2, vista por la cara oclusal, a tam. nat.—Fig. 4 a: la misma, a 2:1.

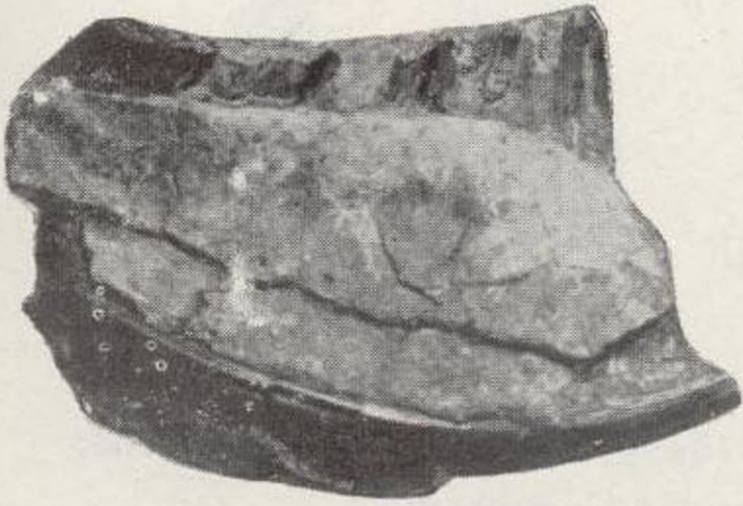
Fotos Andrés-Villalta



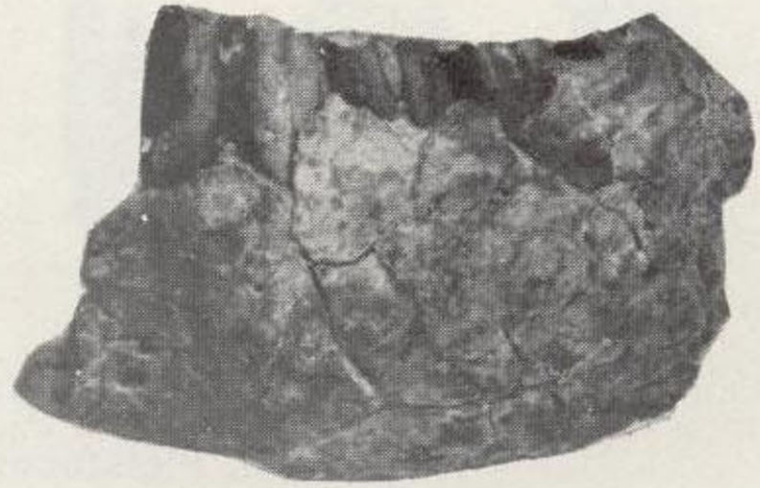




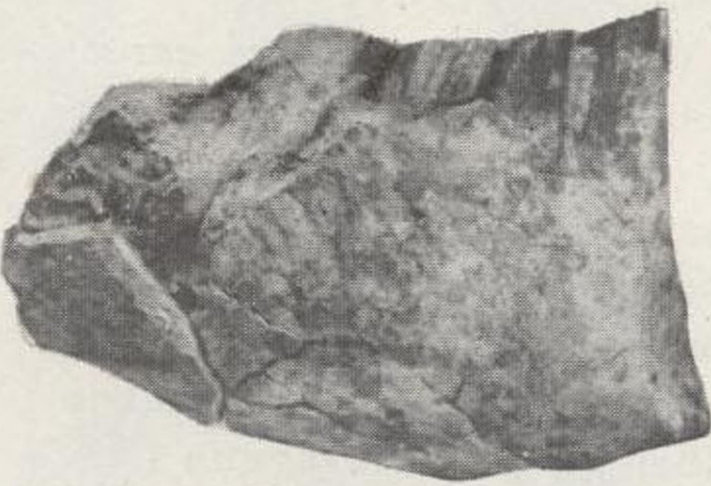
1



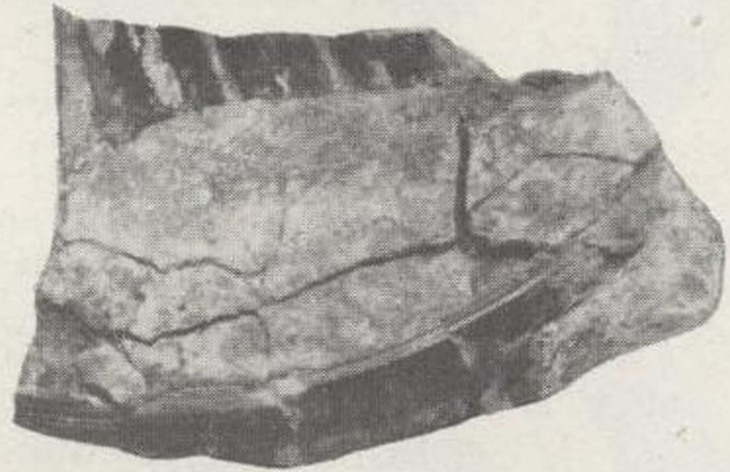
1a



2



2a



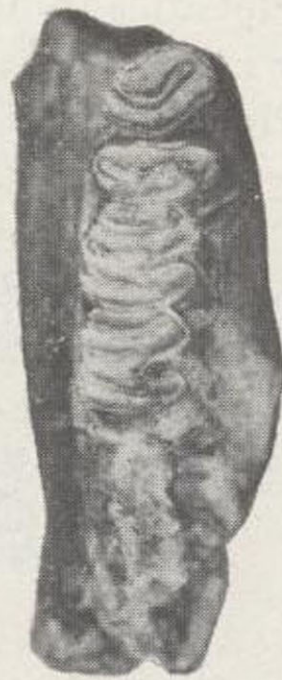
3a



3



4



4a

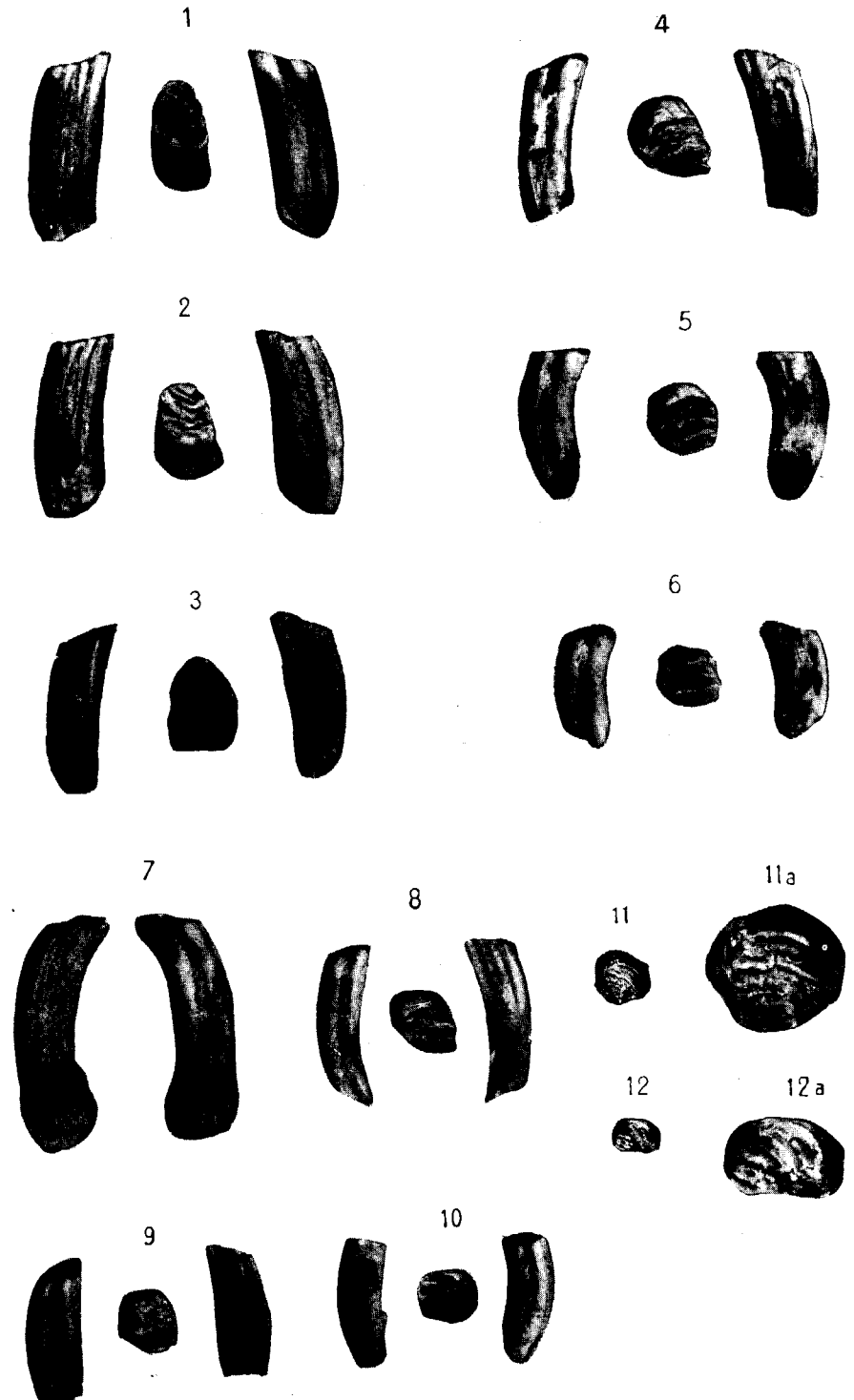




LAMINA III

- Fig. 1.-- *Castor fiber* Linné: P 4 inf. izq. (desg. 2), por las tres caras; tam. nat. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra).
- Fig. 2.-- *Castor fiber* Linné: P 4 inf. izq. (desg. 2), por las tres caras; tam. nat. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra).
- Fig. 3. *Castor fiber* Linné: P 4 inf. der. (des. 4), por las tres caras; tam. nat. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra).
- Fig. 4.-- *Castor fiber* Linné: P 4 sup. der. (desg. 2), por las tres caras; tam. nat. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra).
- Fig. 5. -- *Castor fiber* Linné: P 4 sup. der. (desg. 4), por las tres caras; tam. nat. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra).
- Fig. 6.-- *Castor fiber* Linné: P 4 sup. der. (desg. 4), por las tres caras; tam. nat. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra).
- Fig. 7. -- *Castor fiber* Linné: P 4 sup. izq. con protuberancia anormal en la base del diente; tam. nat. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra).
- Fig. 8. *Castor fiber* Linné: M 2 sup. izq. (desg. 3), por las tres caras; tam. nat. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra).
- Fig. 9. *Castor fiber* Linné: M 3 inf. der. (desg. 1), por las tres caras; tam. nat. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra).
- Fig. 10. *Castor fiber* Linné: M 3 sup. der. (desg. 2), por las tres caras; tam. nat. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra).
- Fig. 11.-- *Steneofiber castorinus* Pomel: P 4 superior der. Cara oclusal; tam. nat. Col. Villalta-Crusafont. Aquitaniense. Cetina de Aragón (Zaragoza). -- Fig. 11 a: el mismo, a tam. 2,5 : 1.
- Fig. 12.-- *Steneofiber castorinus* Pomel: M 1 sup. der. Cara oclusal; tam. nat. Col. Villalta-Crusafont. Aquitaniense. Cetina de Aragón (Zaragoza). -- Fig. 12 a: el mismo, a tam. 2,5 : 1.

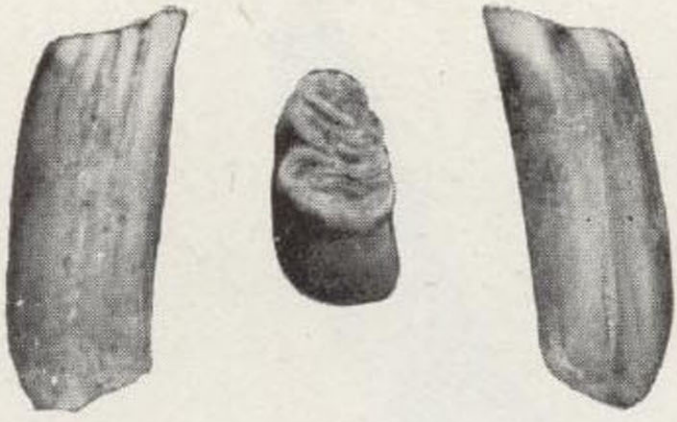
Fotos Andrés-Villalta







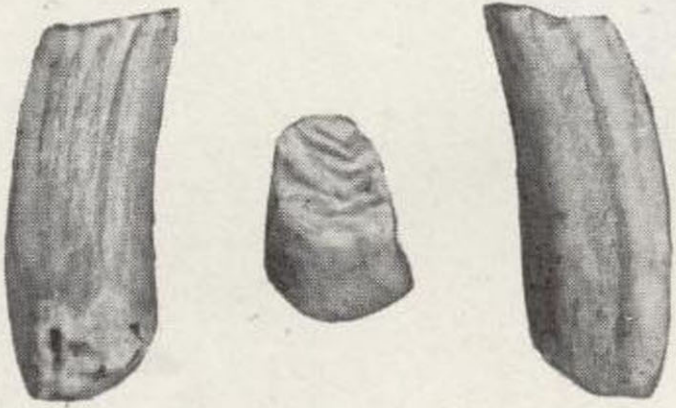
1



4



2



5



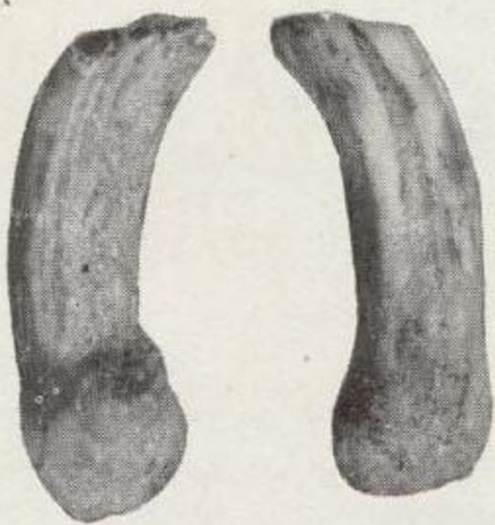
3



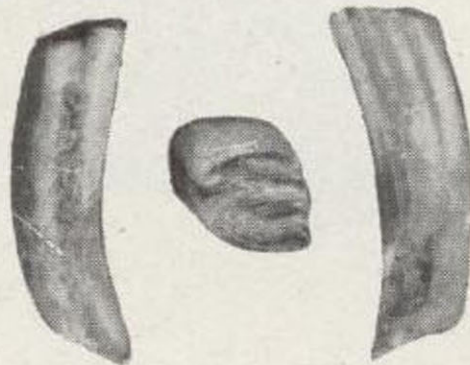
6



7



8



11



11a



12



12a



9



10

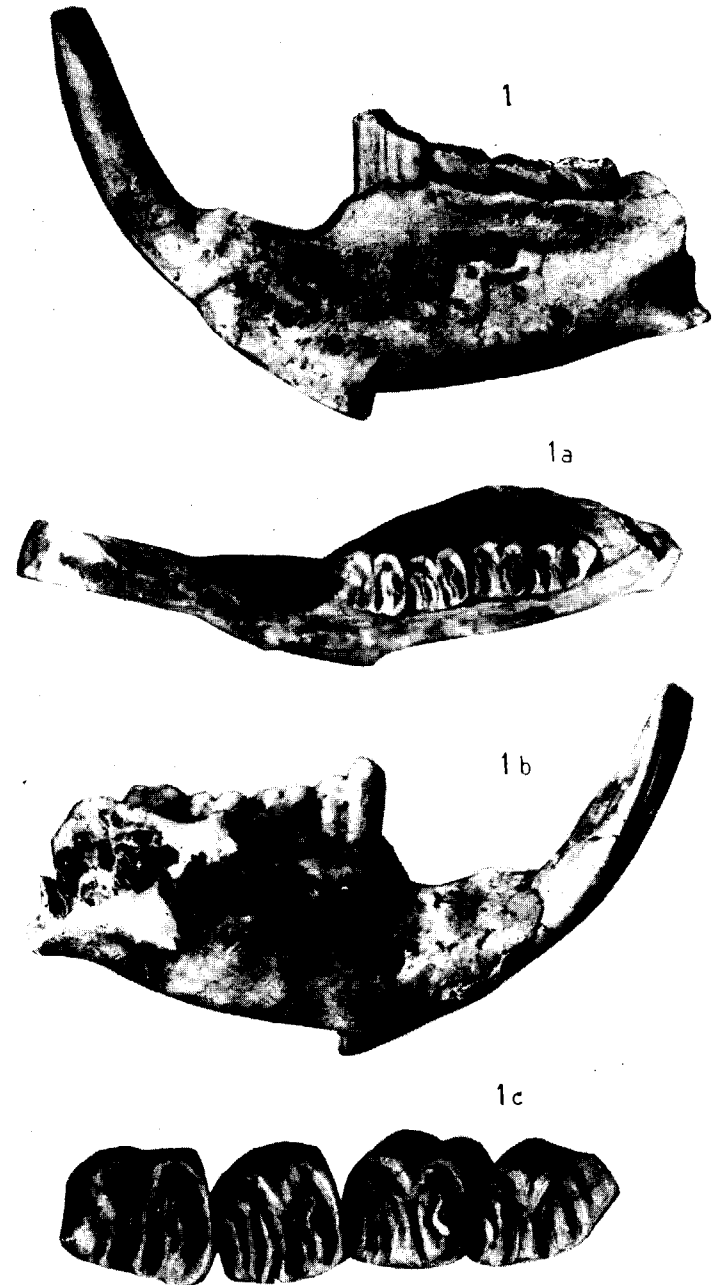




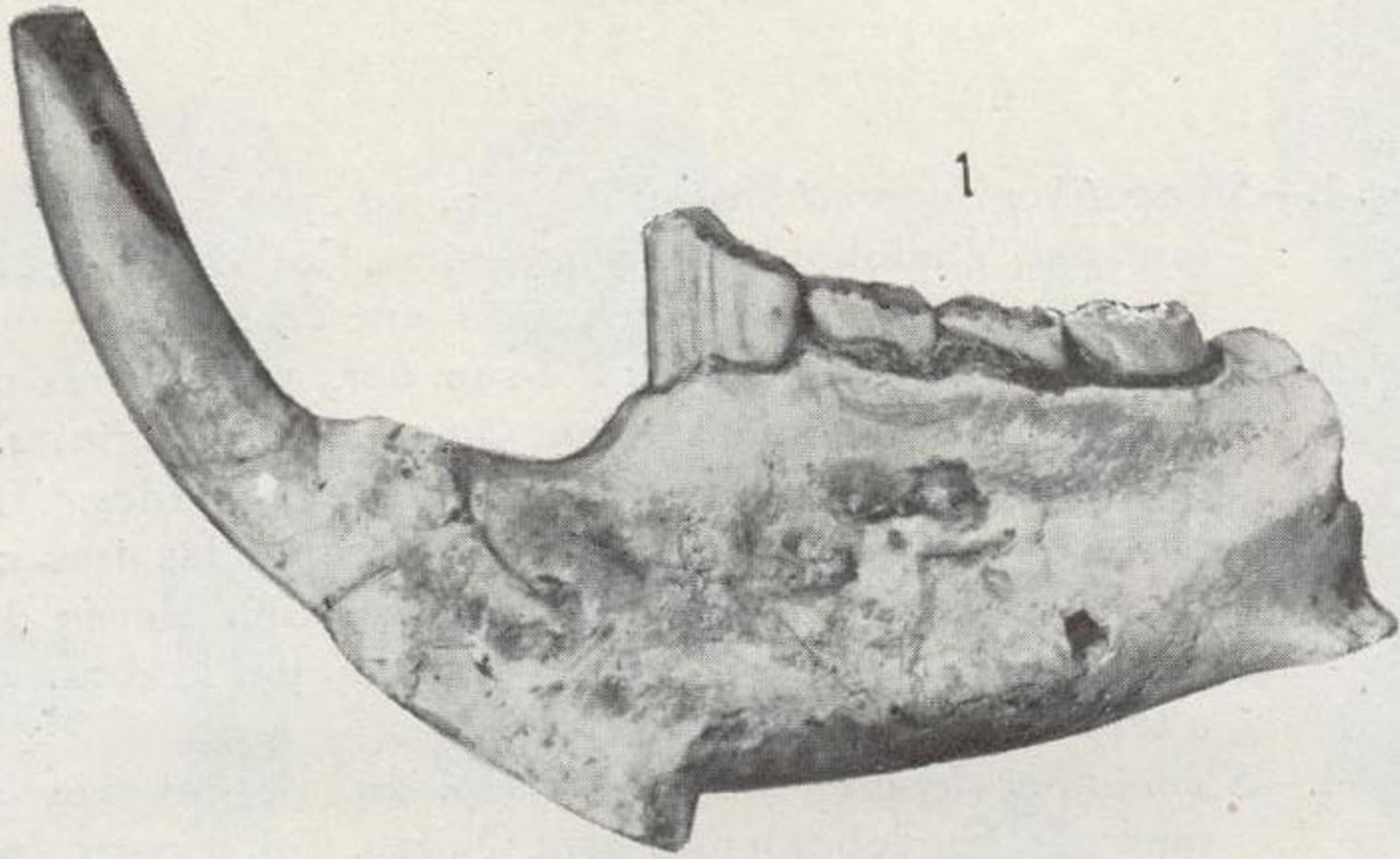
LAMINA IV

Fig. 1. - *Castor fiber* Linné: mandíbula derecha con I, P 4-M 3; tam. nat. Cara interna. Col. Excma. Diputación de Guipúzcoa. Pleistoceno. Olazagutía (Navarra). - Fig. 1 a: la misma, cara oclusal. - Fig. 1 b: la misma, cara externa. - Fig. 1 c: la misma serie, cara oclusal y a 2:1.

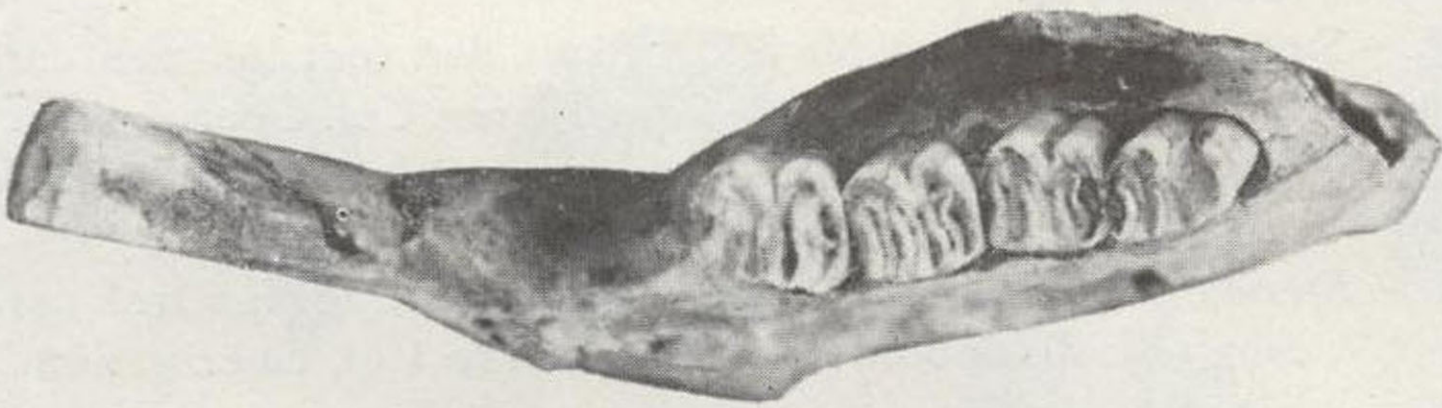
Fotos Andrés-Villalta



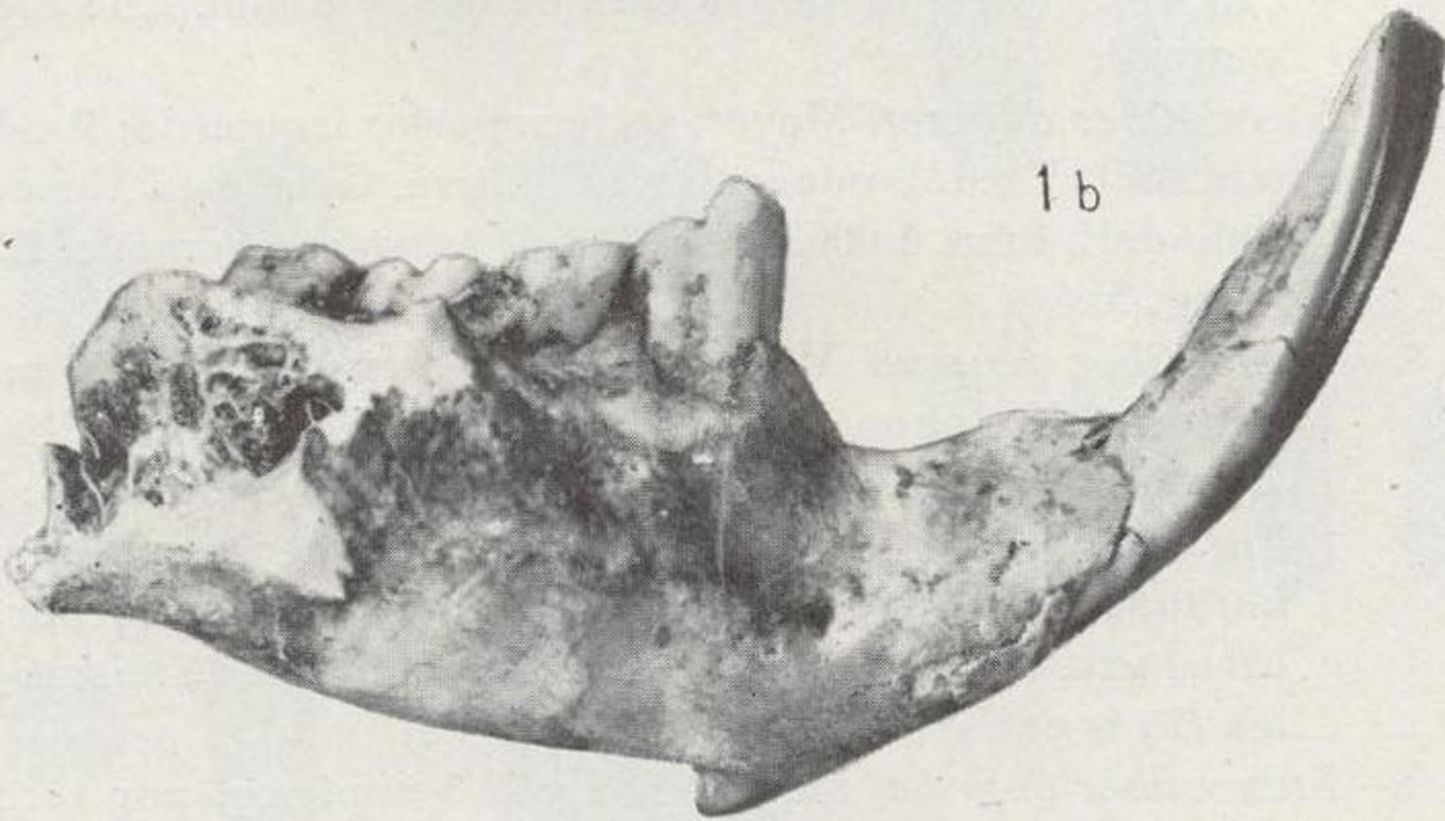




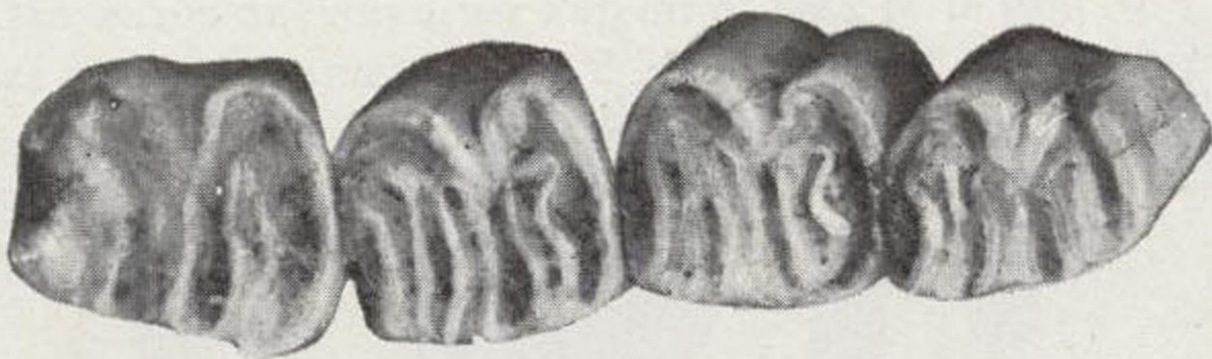
1



1a



1b



1c



LAMINA V

Fig. 1.—*Steneofiber depereti* Mayet: P 4 sup. izq., por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, núm. 11. Fig. 1 a: el mismo, cara oclusal a tam. 2,5:1 (desg. 0).

Fig. 2.—*Steneofiber depereti* Mayet: P 4 sup. der., por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, s. n.— Fig. 2 a: el mismo, cara oclusal a tam. 2,5:1. (desg. 1).

Fig. 3.—*Steneofiber depereti* Mayet: P 4 sup. izq., por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.003.—Fig. 3 a: el mismo, por la cara oclusal a tam. 2,5:1 (desg. 2).

Fig. 4.—*Steneofiber depereti* Mayet: P 4 sup. izq., por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, número 19.— Fig. 4 a: el mismo, por la cara oclusal y a tam. 2,5:1 (desgaste 3).

Fig. 5.—*Steneofiber depereti* Mayet: P 4 sup. der., por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, núm. 21. Fig. 5 a: el mismo, por la cara oclusal y a tamaño 2,5:1 (desgaste 3).

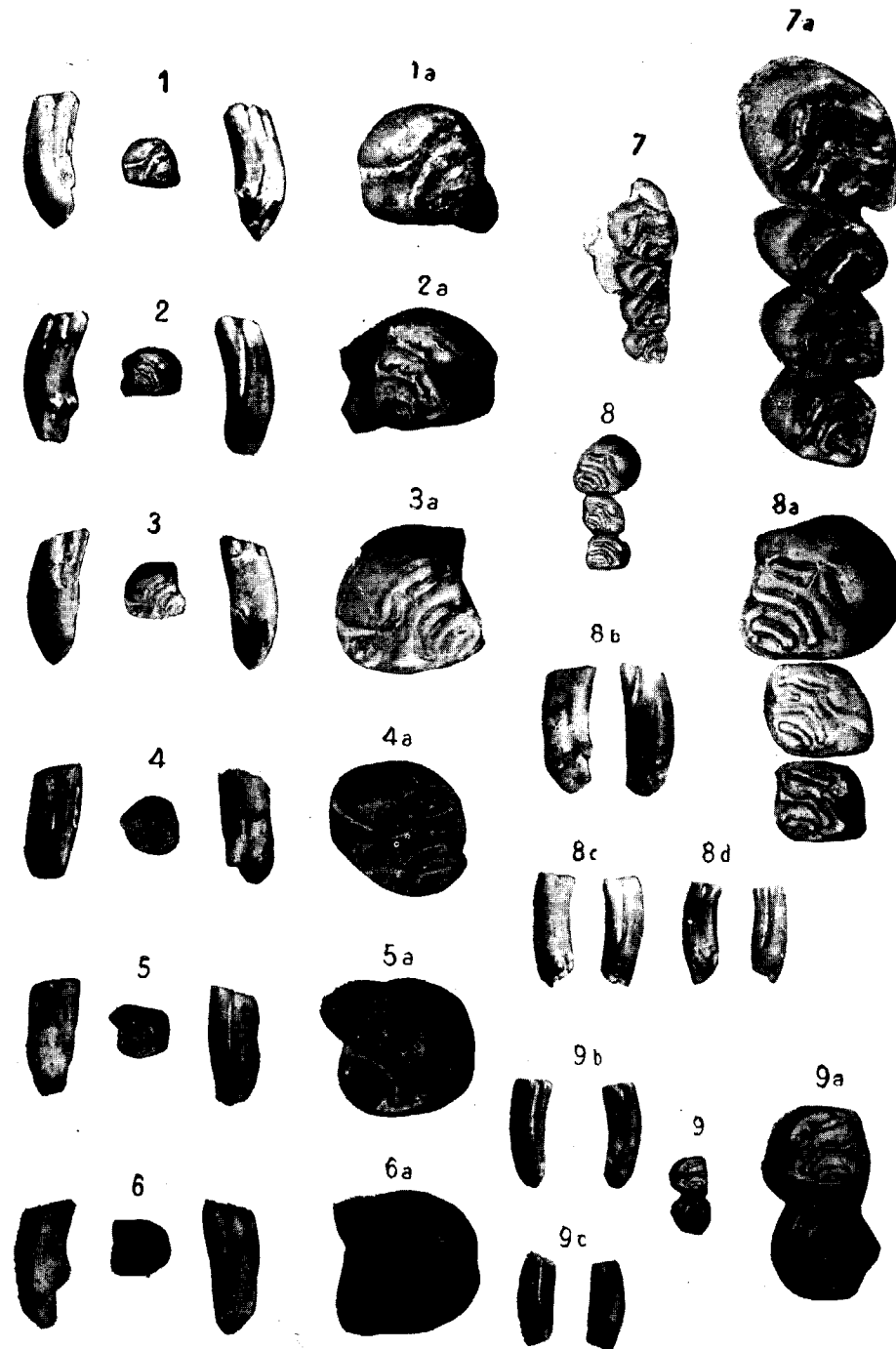
Fig. 6.—*Steneofiber depereti* Mayet: P 4 sup. der., por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, núm. 15. Fig. 6 a: el mismo, por la cara oclusal y a tam. 2,5:1 (desgaste 4).

Fig. 7.—*Steneofiber depereti* Mayet: serie superior izquierda; P 4-M 3; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Colección Museo de Sabadell, núm. 1.000.—Fig. 7 a: la misma a tamaño 2,5:1 (desg. 5).

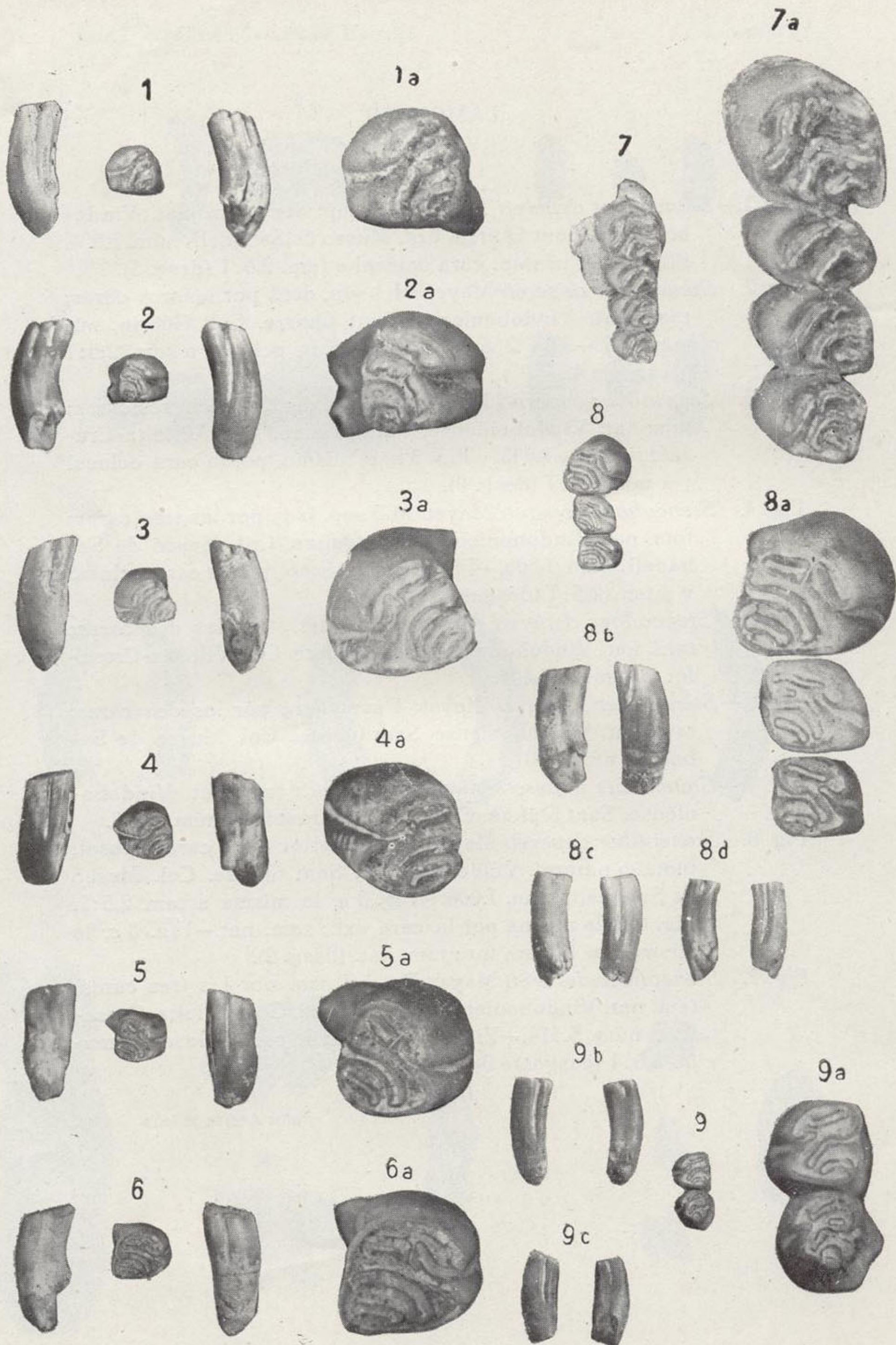
Fig. 8.—*Steneofiber depereti* Mayet: serie sup. der.; P 4-M 2; tamaño natural. Vindoboniense. Sant Quirze. Colección Villalta-Crusafont, núm. 5.505.— Fig. 8 a: la misma a tam. 2,5:1. Fig. 8 b: el P 4 de la misma serie por las caras ext. e interna; tam. nat.—Fig. 8 c: el M 1 de la misma serie por las caras ext. e int.; tam. nat.—Fig. 8 d: el M 2 de la misma por las caras ext. e int.; tam. nat. (desg. 3).

Fig. 9. *Steneofiber depereti* Mayet: M 2 y M 3 sup. izq. por la cara oclusal; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 5.508.— Fig. 9 a: la misma a tam. 2,5:1.— Fig. 9 b: el M 2 de la misma serie por las caras ext. e int.; tam. nat.—Fig. 9 c: el M 3 de la misma serie por las caras ext. e int.; tam. nat. (desg. 2).

Fotos Andrés-Villalta





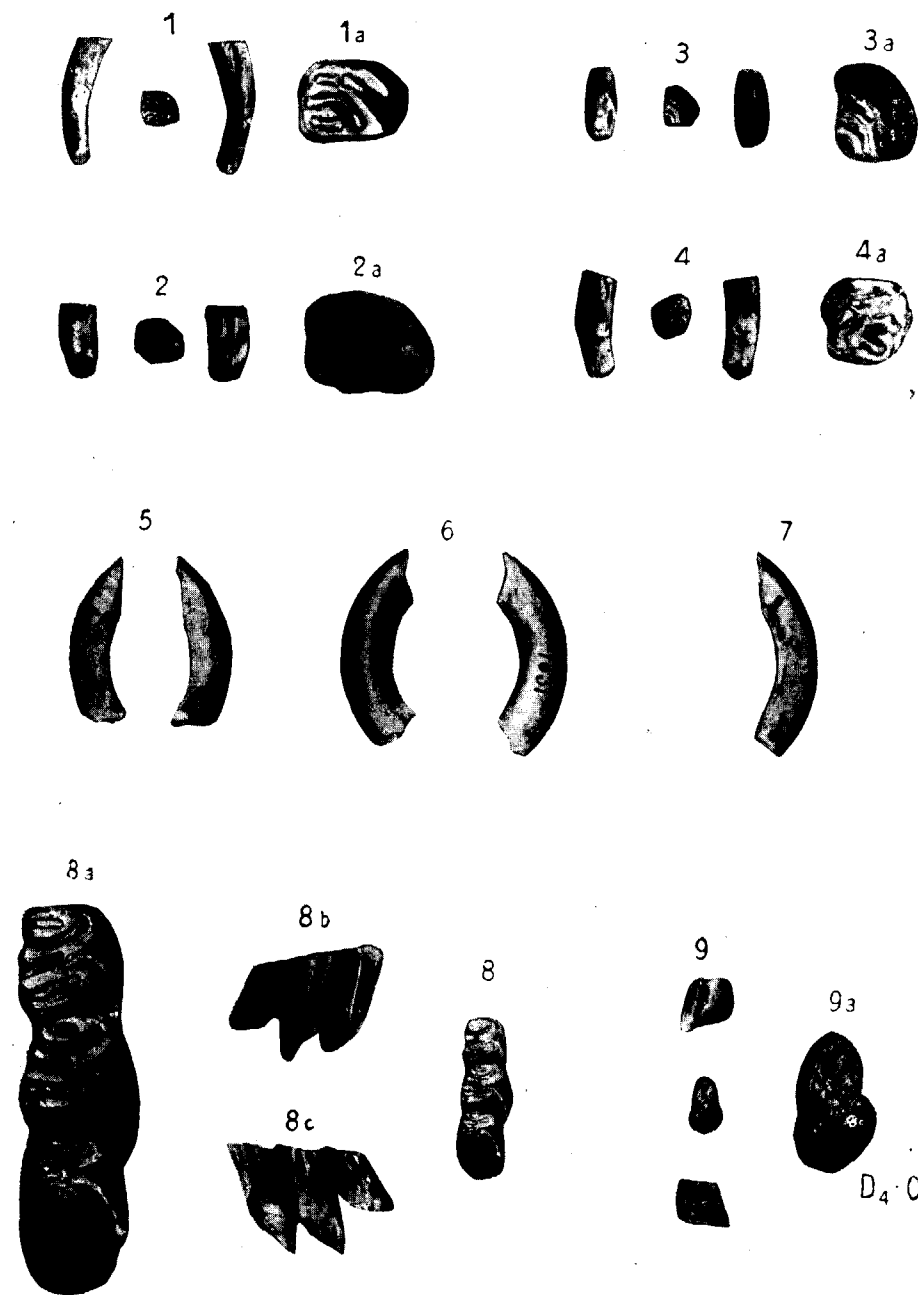




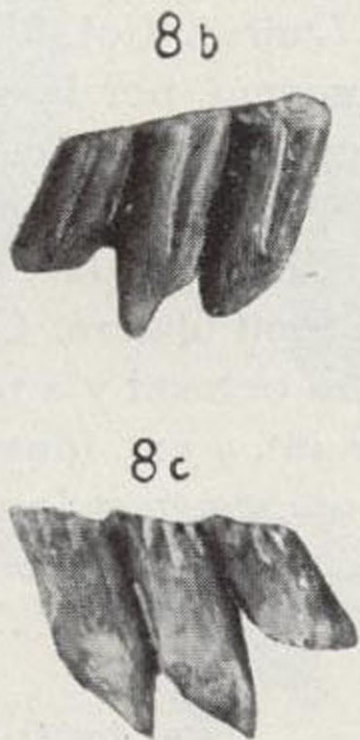
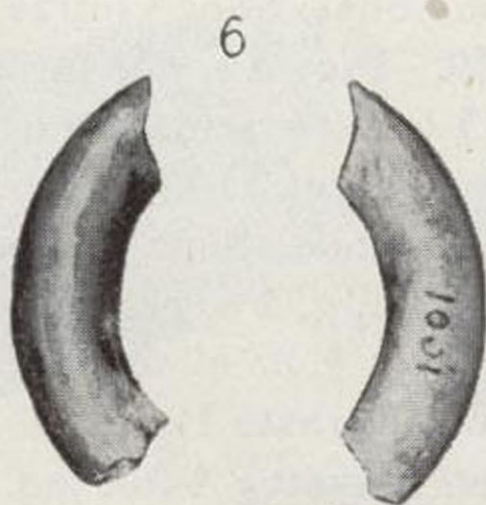
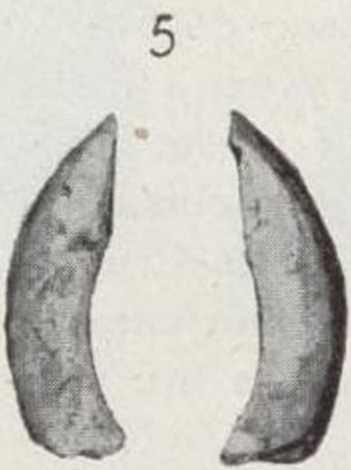
LAMINA VI

- Fig. 1. -*Steneofiber depereti* Mayet: M 1 sup. der.; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.004. Fig. 1 a: el mismo, cara oclusal a tam. 2,5:1 (desg. 3).
- Fig. 2. -*Steneofiber depereti* Mayet: M 1 sup. der., por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, número 17.—Fig. 2 a: el mismo, cara oclusal a tam. 2,5:1 (desgaste 4).
- Fig. 3. -*Steneofiber depereti* Mayet: M 3 sup. der., por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 4.498. — Fig. 3 a: el mismo, por la cara oclusal y a tam. 2,5:1 (desg. 0).
- Fig. 4. -*Steneofiber depereti* Mayet: M 3 sup. izq., por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.006. —Fig. 4 a: el mismo, por la cara oclusal y a tam. 2,5:1 (desgaste 3).
- Fig. 5. -*Steneofiber depereti* Mayet: I sup. der., por las dos caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, número 5.494.
- Fig. 6.—*Steneofiber depereti* Mayet: I sup. der., por las dos caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.001.
- Fig. 7. -*Steneofiber depereti* Mayet: I inf. der.; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 5.497.
- Fig. 8. -*Steneofiber depereti* Mayet: serie inferior der., cara oclusal; tamaño natural. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.008.—Fig. 8 a: la misma a tam. 2,5:1. Fig. 8 b: la misma por la cara ext.; tam. nat.—Fig. 8 c: la misma por la cara int.; tam. nat. (desg. 2).
- Fig. 9. -*Steneofiber depereti* Mayet: D 4 inf. izq. por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 5.314.—Fig. 9 a: el mismo, cara oclusal; tamaño 2,5:1 (desgaste 0).

Fotos Andrés-Villalta







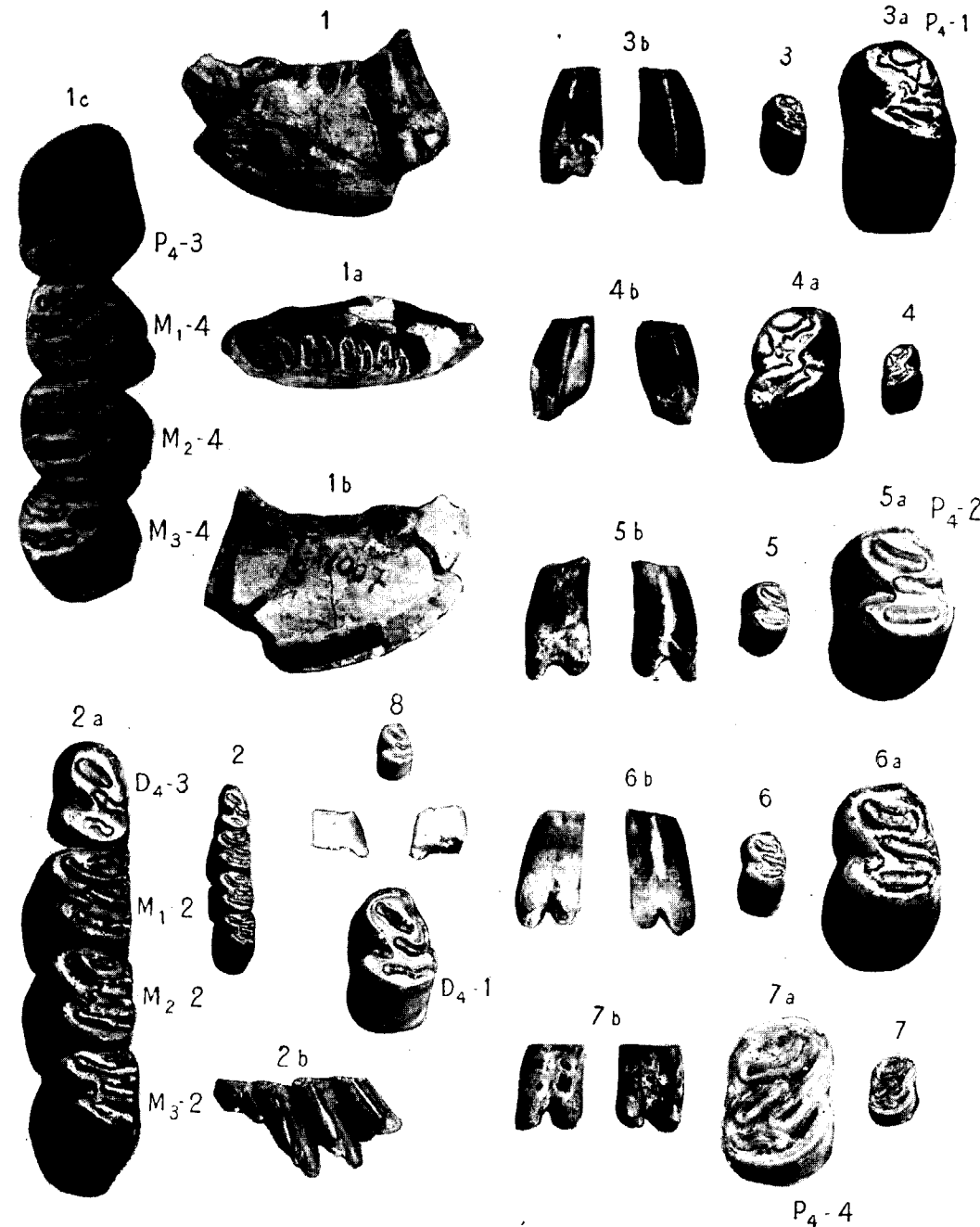
D<sub>4</sub>·0



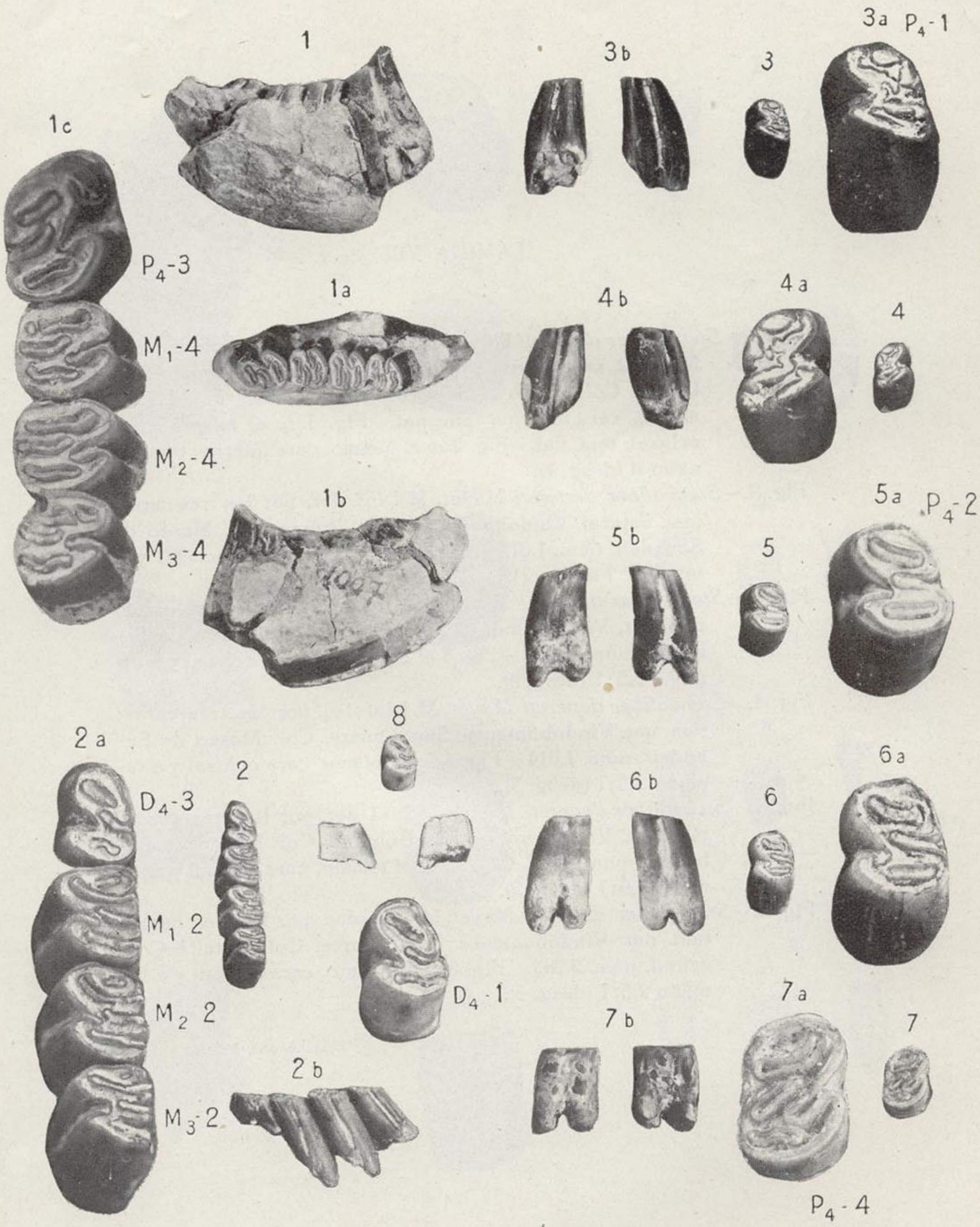
LAMINA VII

- Fig. 1.—*Steneofiber depereti* Mayet: Mandíbula izq., por la cara labial, tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.007.—Fig. 1 a: la misma, por la cara oclusal, tam. nat. Fig. 1 b: la misma, por la cara lingual, tamaño nat.—Fig. 1 c: la misma, por la cara oclusal y a tam. 2,5:1 (desg. 3-4).
- Fig. 2. *Steneofiber depereti* Mayet: Serie inf. izq., por la cara oclusal (D 4-M 3), tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont. núm. 5.496. Fig. 2 a: la misma, a tamaño 2,5:1. —Fig. 2 b: la misma. por la cara ext. y a tamaño natural (desgaste 2-3).
- Fig. 3. *Steneofiber depereti* Mayet: P 4 inf. izq. por la cara oclusal, tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.010.—Fig. 3 a: por las caras int. y ext., tamaño nat.—Fig. 3 b: cara oclusal y a tam. 2,5:1 (desg. 1).
- Fig. 4. *Steneofiber depereti* Mayet: P 4 inf. der., por la cara oclusal, tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 2 202. Fig. 4 a: el mismo, por la misma cara y a tam. 2,5:1. Fig. 4 b: el mismo, por las caras int. y externa, tam. nat. (desgaste 1).
- Fig. 5. *Steneofiber depereti* Mayet: P 4 inf. izq. por la cara oclusal, tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.011.—Fig. 5 a, el mismo, por la misma cara y a tam. 2,5:1.—Fig. 5 b: el mismo, por las caras int. y externa; tam. nat. (desg. 2).
- Fig. 6.—*Steneofiber depereti* Mayet: P 4 inf. izq. por la cara oclusal, tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 5 203.—Fig. 6 a: el mismo, por la misma cara y a tam. 2,5:1.—Fig. 6 b: el mismo, por las caras interna y ext. (desg. 2).
- Fig. 7.—*Steneofiber depereti* Mayet: P 4 inf. der. por la cara oclusal, tamaño natural. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, núm. 18. Fig. 7 a: el mismo, cara oclusal y a tam. 2,5:1.—Fig. 7 b: el mismo, por las caras int. y ext. (desg. 4).
- Fig. 8.—*Steneofiber depereti* Mayet. D 4 inf. izq. por las tres caras, tamaño natural. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.019 (desg. 1).

Fotos Andrés-Villalta





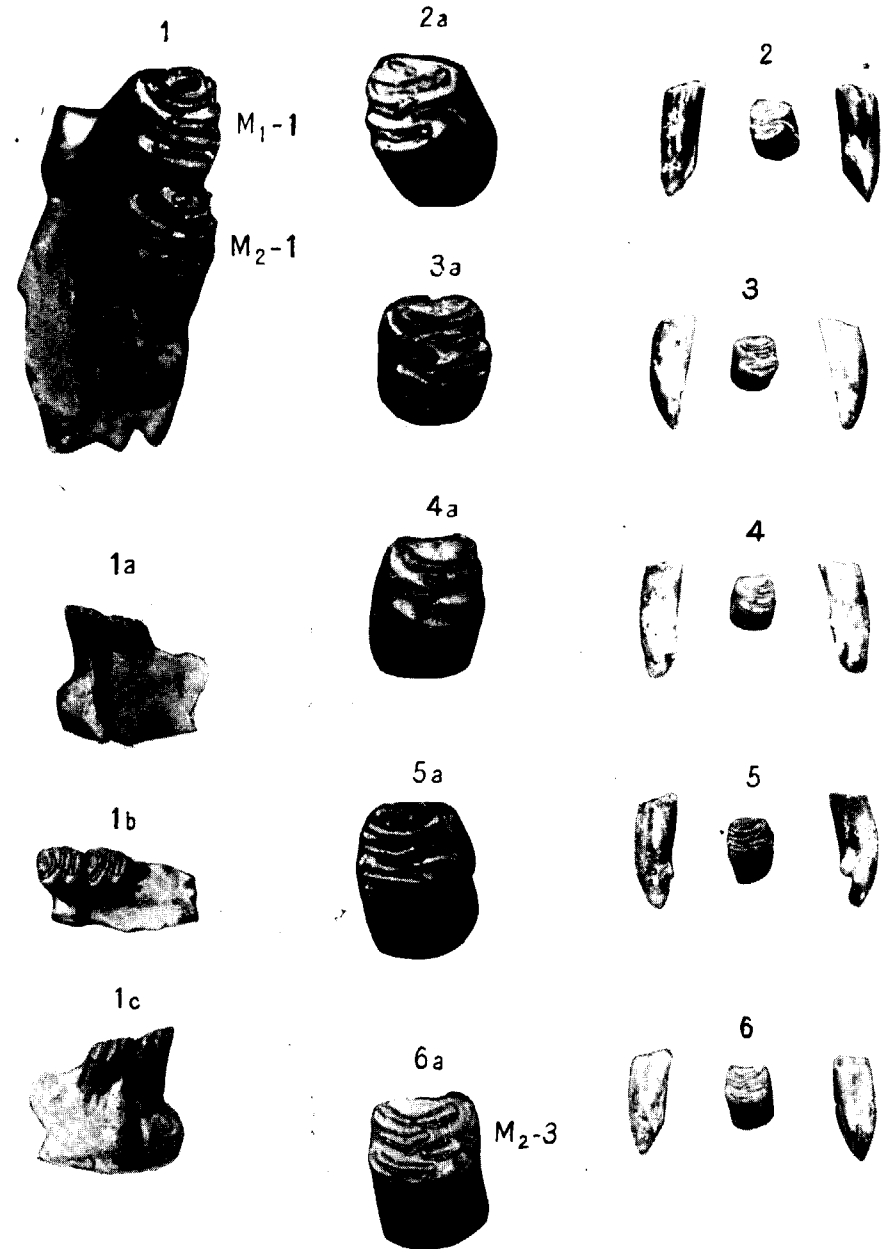


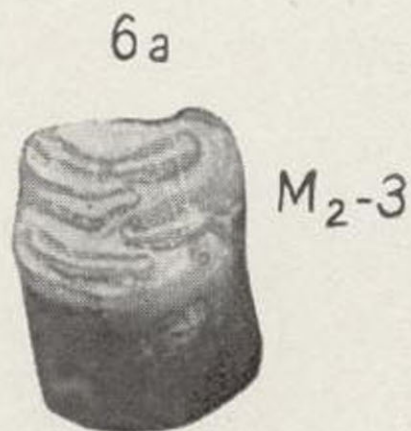
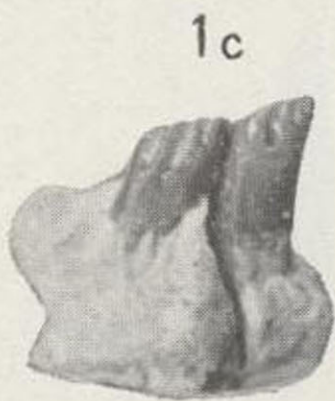
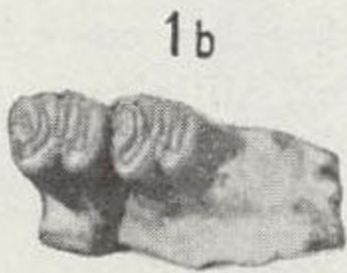
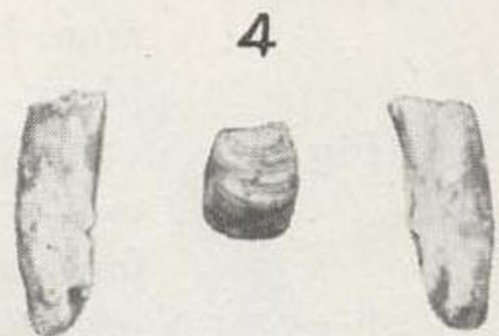
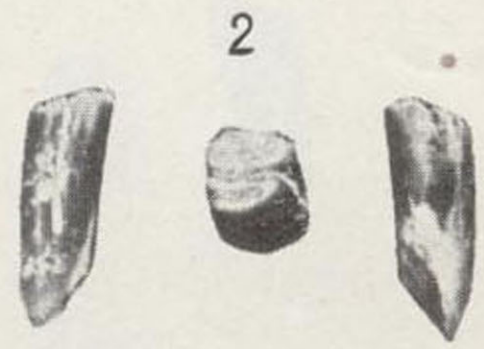
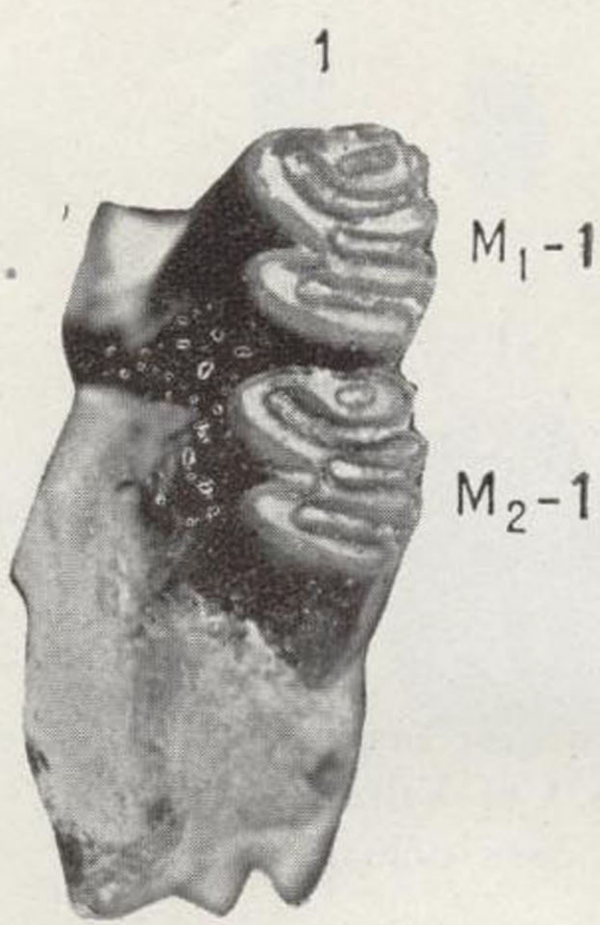


LAMINA VIII

- Fig. 1. - *Steneofiber depereti* Mayet: fragmento de mandíbula izq. con M 1 M 2, cara oclusal; tamaño 2,5:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.009. - Fig. 1 a: el mismo, cara externa; tam. nat. - Fig. 1 b: el mismo, cara oclusal; tam. nat. - Fig. 2 c: el mismo, cara interna; tamaño natural (desg. 1).
- Fig. 2. - *Steneofiber depereti* Mayet. M 1 inf. der. por las tres caras; tam. natural. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.012. - Fig. 2 a: el mismo, cara oclusal y a tam. 2,5:1 (desg. 1).
- Fig. 3. - *Steneofiber depereti* Mayet: M 1 inf. izq. por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.015. - Fig. 3 a: el mismo, cara oclusal y a tamaño 2,5:1 (desg. 2).
- Fig. 4. - *Steneofiber depereti* Mayet: M 1 inf. izq. por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.014. - Fig. 4 a: el mismo, cara oclusal y a tamaño 2,5:1 (desg. 3).
- Fig. 5. - *Steneofiber depereti* Mayet: M 2 inf. der. por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.015. Fig. 5 a: el mismo, cara oclusal y a tamaño 2,5:1 (desg. 2).
- Fig. 6. - *Steneofiber depereti* Mayet: M 2 inf. der. por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 2.203. - Fig. 6 a: el mismo, cara oclusal y a tamaño 2,5:1 (desg. 3).

Fotos Andrés-Villalta







LAMINA IX

- Fig. 1.—*Steneofiber depereti* Mayet: M 3 inf. izq. por las tres caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 2.205.—Fig. 1 a: el mismo, cara oclusal y a tamaño 2,5:1 (desg. 0).
- Fig. 2.—*Steneofiber depereti* Mayet: M 3 inf. izq. por las tres caras; tam. natural. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, núm. 14.—Fig. 2 a: el mismo, cara oclusal y a tam. 2,5:1 (desg. 2).
- Fig. 3.—*Steneofiber depereti* Mayet: I inf. izq. por las dos caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 2.201.
- Fig. 4.—*Steneofiber depereti* Mayet: I inf. izq. por las dos caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, núm. 6.
- Fig. 5.—*Steneofiber depereti* Mayet: I inf. de leche, por las dos caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1.018.
- Fig. 6.—*Steneofiber depereti* Mayet: I inf. de leche por las dos caras; tam. nat. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 2.206.

Fotos Andrés-Villalta



1



2



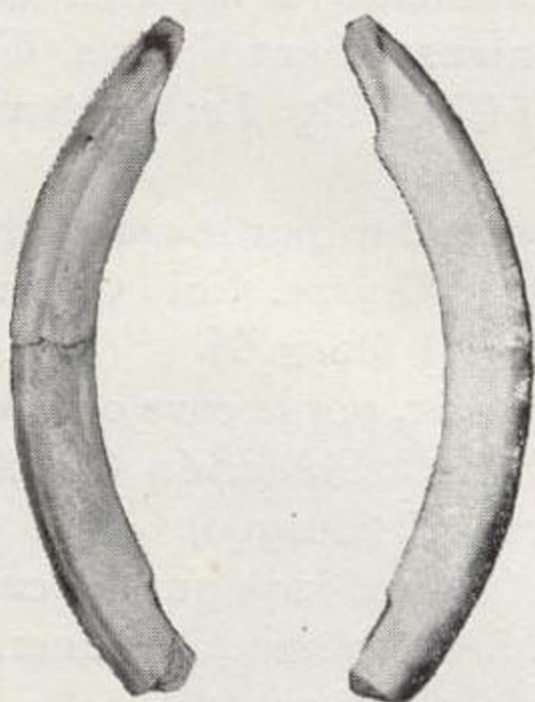
1a



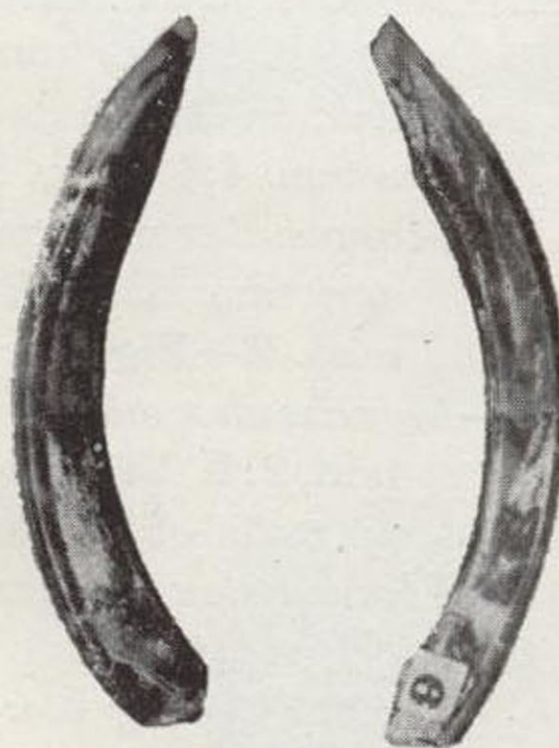
2a



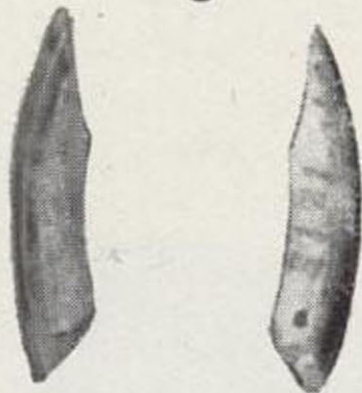
3



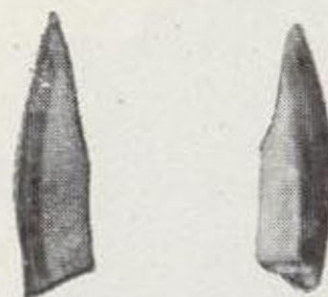
4



5



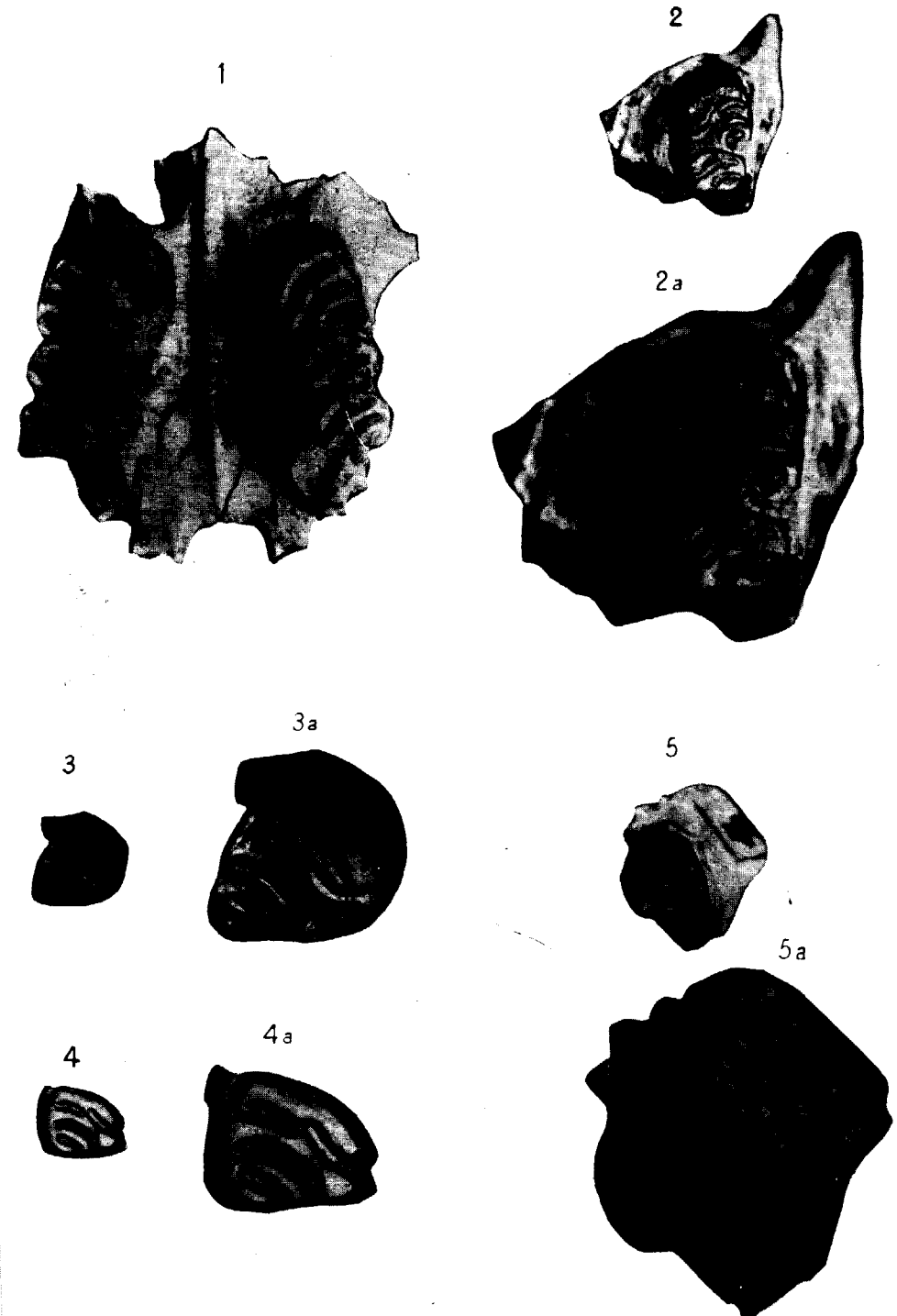
6



LAMINA X

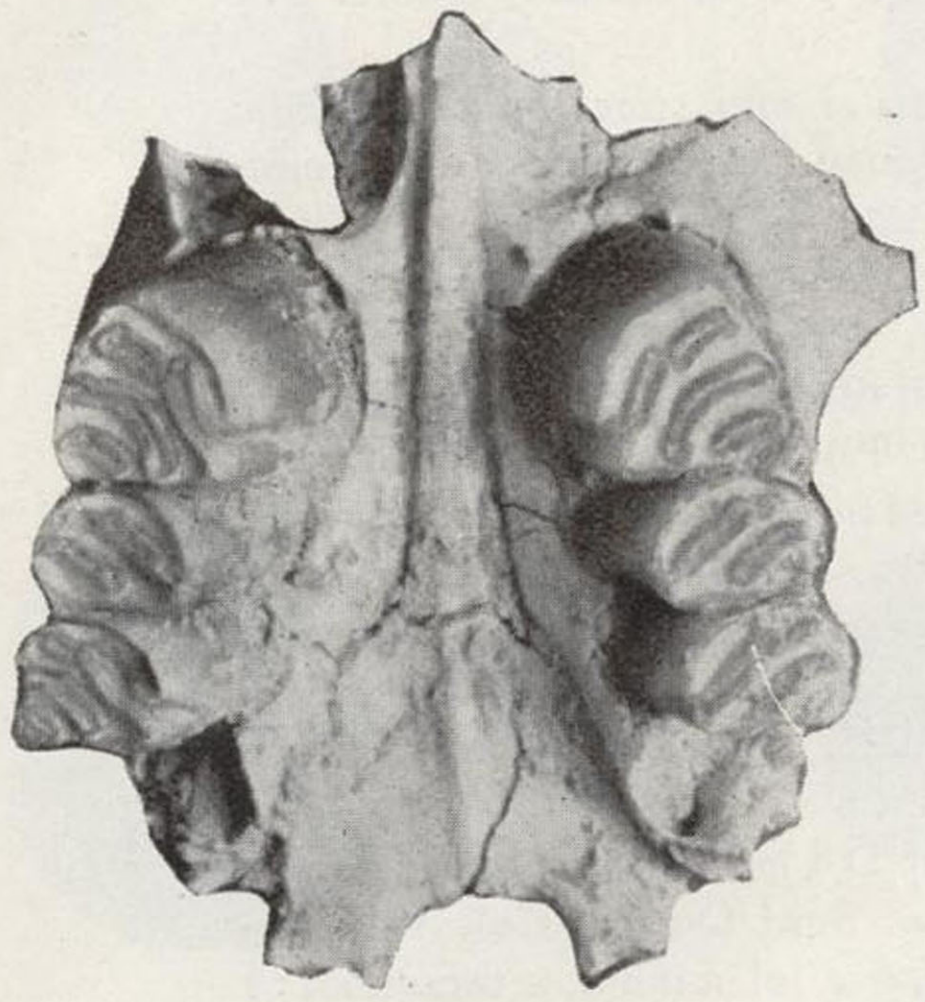
- Fig. 1.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): fragmento de cráneo con P 4-M 2 der. e izq. y en parte alvéolos del M 3; tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, núm. 8 (desgaste 3-4). (Foto J. R. Bataller.)
- Fig. 2.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): fragmento de maxilar con P 4-M 1 izq., tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Colección Museo de Sabadell, núm. 1.020.—Fig. 2 a: el mismo, a tam. 4:1 (desg. 3).
- Fig. 3.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): P 4 sup. der. por la cara oclusal; tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, núm. 2.—Fig. 3 a: el mismo, a tam. 4:1 (desg. 2).
- Fig. 4.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): P sup. der. por la cara oclusal, tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Colección Guerin; núm. 20.—Fig. 4 a: el mismo, a tam. 4:1 (desg. 4).
- Fig. 5.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): P 4 sup. izq. por la cara oclusal, tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, núm. 4.—Fig. 5 a: el mismo, a tam. 4:1 (desg. 4).

Fotos Andrés-Villalta





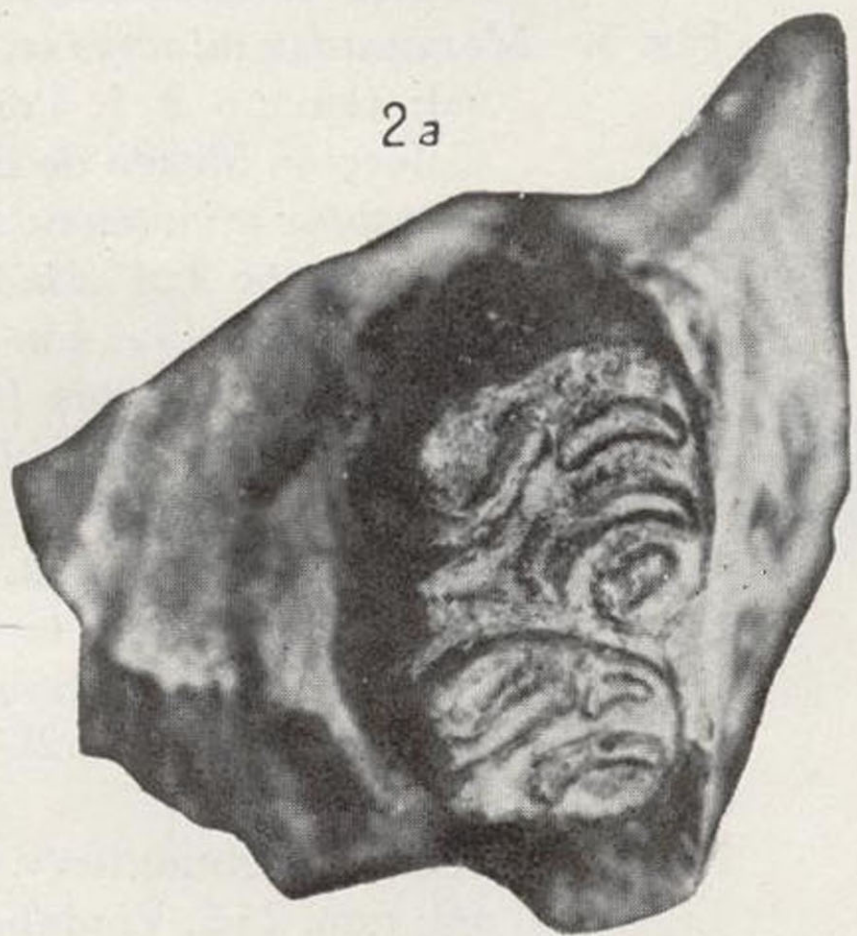
1



2



2a



3a



3



5



5a



4a



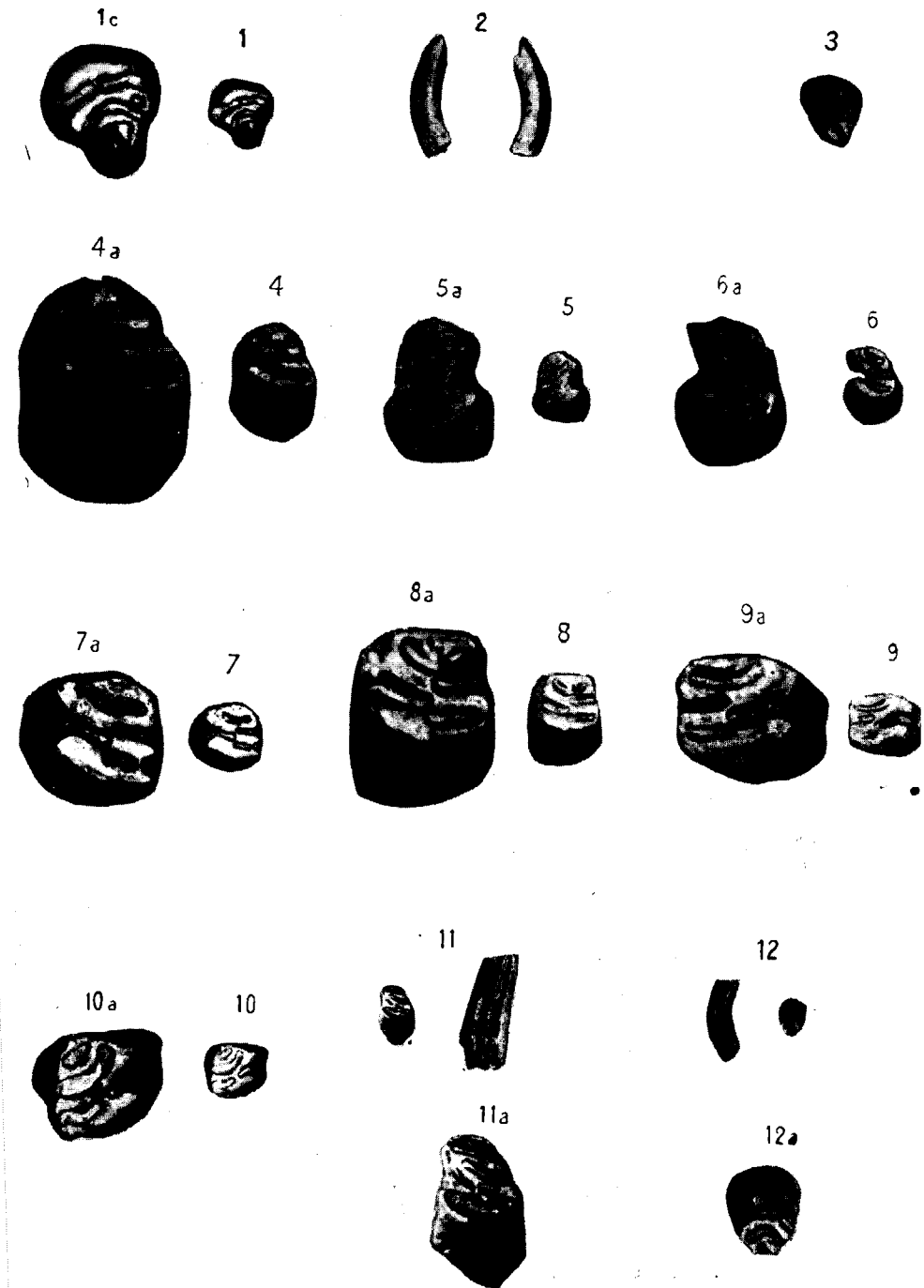
4

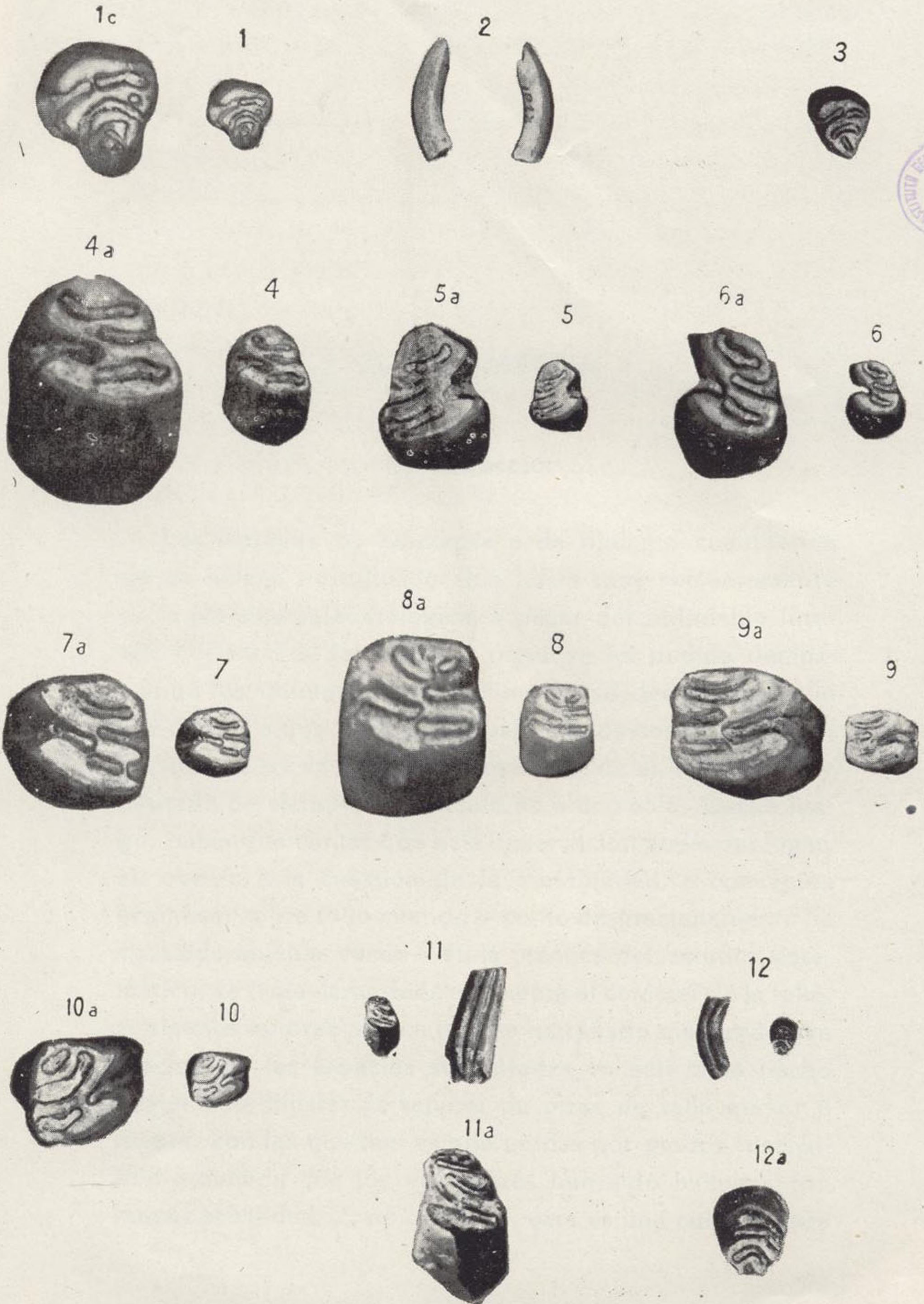




- Fig. 1.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): M 3 sup. izq. por la cara oclusal; tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1022. Fig. 1 a: el mismo, a tam. 4:1 (desg. 2).
- Fig. 2.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): I sup. por las dos caras; tamaño natural. Vindoboniense. Sant Quirze. Colección Museo de Sabadell, núm. 1028.
- Fig. 3.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): M 3 sup. izq. por la cara oclusal; tamaño 2:1. Pontiense. Can Ponsic (Sant Quirze). Colección Museo de Sabadell (desg. 3).
- Fig. 4.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): P 4 inf. izq. por la cara oclusal; tamaño 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Guerin, número 12.—Fig. 4 a: el mismo, a tamaño 4:1 (desg. 2).
- Fig. 5.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): D 4 inf. der. por la cara oclusal; tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Colección Museo de Sabadell, núm. 1027.—Fig. 5 a: el mismo y a tamaño 4:1 (desg. 2).
- Fig. 6.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): D 4 inf. izq. por la cara oclusal; tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 2214. Fig. 6 a: el mismo, a tamaño 4:1 (desgaste 3).
- Fig. 7.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): M 1 inf. izq. por la cara oclusal; tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1023.—Fig. 7 a: el mismo, a tamaño 4:1 (desgaste 2).
- Fig. 8.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): M 2 inf. izq. por la cara oclusal; tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1024.—Fig. 8 a: el mismo, a tam. 4:1 (desgaste 5).
- Fig. 9.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): M 1 inf. der. por la cara oclusal; tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Villalta-Crusafont, núm. 2213.—Fig. 9 a: el mismo, a tamaño 4:1 (desg. 3).
- Fig. 10.—*Monosaulax minutus* (v. Meyer): M 3 inf. der. por la cara oclusal; tam. 2:1. Vindoboniense. Sant Quirze. Col. Museo de Sabadell, núm. 1026.—Fig. 10 a: el mismo, a tam. 4:1 (desg. 2).
- Fig. 11.—*Dipoides problematicus* Schlosser: P 4 inf. izq. por las caras oclusal e interna; tam. nat. Pontiense. Conclud (Teruel). Col. Villalta-Crusafont, núm. 2220.—Fig. 11 a: el mismo, por la cara oclusal y a tam. 2,5:1.
- Fig. 12.—*Dipoides problematicus* Schlosser: M 3 sup. izq. por las caras oclusal y externa; tam. nat. Pontiense. Conclud (Teruel). Col. Villalta-Crusafont, núm. 2221.—Fig. 12 a: el mismo, por la cara oclusal y a tam. 2,5:1.

Fotos Andrés-Villalta







## II. BIOMETRIA

### Introducción

Los estudios de Biometría o de Biología cuantitativa no se habían introducido sino hasta muy recientemente en la práctica paleontológica, a pesar del indudable interés y utilidad de los mismos, según se ha podido demostrar en los últimos años. Fácilmente se deduce que ello era debido a que los estudios paleontológicos se refirieron, las más de las veces, a la observación de un número muy limitado de ejemplares, cuando no a uno solo. Desde luego, había que contar que esta observación podía dar lugar, en cuanto a la cuestión de la variabilidad, a conceptos erróneos, sobre todo cuando —como desgraciadamente ha sucedido muchas veces— en la práctica del estudio sistemático, se tenía demasiado en cuenta el carácter de la talla. A algunos autores parece que ha extrañado más tarde que muchas de las especies sustentadas en este solo hecho hayan sido difíciles de separar de otras de talla mayor o menor, con las que han estado unidas por grados insensibles a medida que los ejemplares han sido hallados con mayor prolijidad. Y, no obstante, esta es una cuestión que

se presenta clarísimamente en el reino animal reciente. La variabilidad en el orden cuantitativo, tanto si se trata de dimensiones lineales como de área o de masa, se extiende desde un máximo a un mínimo, ordinariamente bien conocidos en Zoología. Esto es lo que se pretende hoy aplicar al estudio de los fósiles, aun cuando muy naturalmente se tropiece con dificultades dada la escasez general de sus restos, con lo cual generalmente no se puede disponer de amplios lotes que permitan la obtención de resultados absolutamente satisfactorios.

A medida que los trabajos de exploración y de excavación de yacimientos han permitido la ampliación de las series de materiales fósiles disponibles, se ha visto la necesidad de tener en cuenta la variabilidad sexual o individual de los componentes de la misma especie, aun cuando existan fuentes de error en la interpretación de las variantes. En efecto, además de los conceptos de variabilidad indicados, hay que tener en cuenta en Paleontología lo que se podría denominar *variabilidad cronológica*. Sabida es la existencia de especies que varían de talla de nivel a nivel, sin ninguna o escasa variación en sus caracteres morfológicos o anatómicos. Así acontece con el primer molar inferior del *Cricetodon ibericus* Schaub, del Vindoboniense de Hostalets de Pierola y del Pontiense inferior del mismo yacimiento (Vallés-Penedés), cuya longitud oscila en el primer caso entre 1,54 mm. y 1,72 mm., y en el segundo entre 1,70 y 1,90 (I), y en el caso de la dentición de leche del *Anchitherium aurelianense* Cuvier, del Vindoboniense inferior de La Hidroeléctrica (Madrid) con respecto de la misma especie del Puente de Vallecas en el mismo valle del Manzanares (I bis), entre otros ejemplos. Hasta hace algunos años parecía que el solo hecho de hallarse dos individuos de características muy

semejantes en un nivel distinto, aunque de talla algo diferente, permitía incluirlos en especies distintas. Atendiendo a los cálculos de variabilidad —que en Paleontología podrán englobar los conceptos de individuo, sexo y nivel estratigráfico— y en igualdad de las otras condiciones de morfología y anatómicas, el paleontólogo dispondrá de un buen procedimiento para no incurrir tan fácilmente en los errores antedichos, los cuales conducían a la multiplicación enojosa de las formas en detrimento del criterio riguroso que debe aceptarse.

La Paleontología tiende, con la ayuda de los estudios biométricos, a acercarse a los procedimientos que se siguen ya en el estudio de los seres actuales. Naturalmente se trata de una *tendencia*, pues no se puede pedir una absoluta perfección al trabajar con materiales siempre relativamente escasos.

Con la nota presente introducimos por primera vez en España el estudio biométrico aplicado a la Paleontología, por tratarse en nuestro caso de la observación de un material ya bastante abundante, aun cuando en otros trabajos que tenemos en preparación pensamos utilizarlo también con mayor fundamento por disponer aún de series más completas. Aun cuando se conocen ya los procedimientos de cálculos de esta naturaleza en otras ramas y aplicados ya en España, principalmente en Antropología, creemos indispensable aquí concretar algo sobre los métodos utilizados, no solamente por el hecho de que algunos de ellos se han aplicado casi exclusivamente en las directrices paleontológicas, sino porque la misma parquedad de los materiales ha obligado a buscar artificios de cálculo especiales para obtener las amplitudes de variación de una manera teórica. Se introducen también en el presente estudio algunas innovaciones personales, unas de índole general y otras



aplicadas al caso particular de los Castores fósiles, cuyo estudio descriptivo se ha realizado anteriormente.

Sólo nos falta ahora dar las gracias a quienes nos han facilitado la labor que presupone el presente estudio de Biometría: en primer lugar, al Dr. G. G. Simpson, del American Museum of Natural History, por la facilitación de varios de los trabajos referidos a esta especialidad; a los Dres. J. Pons y A. Prevosti, del Laboratorio de Antropología de la Universidad de Barcelona; al Sr. J. M. Fontboté, del de Geología de la misma y, en particular, a nuestro querido colega Sr. J. Truyols, que nos ha facilitado la confección de estadísticas y gráficos. A todos ellos, pues, nuestra gratitud.

\* \* \*

Aun cuando se ha venido aplicando, desde algunos años a esta parte, en cuanto a variabilidad, el procedimiento gráfico llamado *de las constelaciones*, en el que se inscriben en un sistema de coordenadas, indicando longitud y anchura, las piezas dentarias fósiles, puede decirse que han sido Simpson y Roe (2) los primeros que se han preocupado seriamente de la aplicación de las fórmulas biométricas al estudio paleontológico. Para ello han indicado las fórmulas más simples a utilizar, dado caso de la parquedad de los elementos disponibles siempre en esta rama de la Biología. En su trabajo, aparte de los procedimientos de representación gráfica (correlaciones, asociaciones, crecimiento, etc.), se ocupan de los métodos de obtención de los promedios y que nosotros, traduciendo el exacto significado de los conceptos de los autores, denominaríamos *procedimientos de centración*: medias aritmética y geométrica, medianas, módulos, etc.; de los de dispersión, del

coeficiente de variabilidad, etc., siempre buscando su aplicación a la ciencia de los fósiles (\*).

Más tarde el mismo Simpson (12), teniendo en cuenta el escaso valor proporcionado por la amplitud de variación observada, O. R. («observed range»), que en nuestro caso no llega a tener casi ninguna significación *real*, ha buscado la forma de convertir esta amplitud de variación, proporcionada por la consideración del parco material paleontológico, en una amplitud de variación teórica para 1.000 ejemplares, para así poder obtener datos aproximados a la realidad y de acuerdo con las estadísticas trazadas con los animales recientes.

Naturalmente que ello es únicamente un artificio matemático que sólo nos acerca a la verdad de una manera puramente hipotética, pero que se considera suficiente para darse una idea de lo que sucede en cuanto a la variabilidad en las especies fósiles. Estos valores teóricos se irán acercando más y más a la realidad de las cosas, cuanto mayor sea el número de ejemplares de que se pueda echar mano. Por nuestra parte, sugerimos que cuando un autor aplique las fórmulas de Simpson (indicadas más adelante), en sus estudios de algunas series, procure, a medida que la fortuna le favorezca con el hallazgo de nuevos ejemplares idóneos, rectificar los datos obtenidos con anterioridad; de esta manera se facilitará la consecución de resultados cada vez más ajustados a las exigencias reales.

Para lograr este paradigma de unos valores de varia-

(\*) Diversos autores han aplicado ya muchas de estas fórmulas matemáticas al estudio cuantitativo en Paleontología: Wedekind (3), Bubnoff (4), Klahn (5) (6), Soergel (7), Pearson (8), Gregory y Cook (9), Stock (10), Zeuner (11) y otros.

bilidad teórica más ajustados a lo que en realidad debía suceder en la especie considerada, cuando vivía, que lo que nos dice la amplitud de variación observada (O. R.), Simpson introduce el concepto de la llamada amplitud de variación standard, S. R. («standard range») y para la obtención de la cual utiliza dos procedimientos que daremos a conocer más adelante (\*). El método de la amplitud de variación standard tiene el interés de poder aplicarse al estudio de variabilidad de los huesos y no sólo al de los dientes, como se hace con el método de las constelaciones, en el que intervienen ya dos variantes: longitud y anchura.

Posteriormente Simpson (15) ha perfeccionado los procedimientos de cálculo de la variabilidad con nuevos datos que podremos aplicar más adelante en otros trabajos, en los que se dispondrá de un número mayor de ejemplares de estudio, uno de los cuales sobre el Oso de las cavernas de Troska-te Koba (Guipúzcoa), tiene en proyecto realizar el firmante, en colaboración con don Jaime Truyols.

### Cálculos y métodos utilizados

Tratándose aquí de unas series relativamente cortas, en las cuales disponemos de un número de ejemplares no superior a nueve, los métodos utilizados serán mucho más simples (y desde luego más sujetos a error) que cuando los materiales permiten su agrupación en clases.

(\*) Este autor ha utilizado ya prácticamente estos cálculos personales en algunos de sus trabajos de paleontología de vertebrados (13) (14).

A) MEDIA ARITMÉTICA (M).—En cuanto a los métodos de centración, hemos utilizado el que parece ser más adecuado a la índole del material de que disponemos, o sea la media aritmética, cuya fórmula es la siguiente:

$$M = \frac{\Sigma (X)}{N}$$

en la que X es el valor de cada una de las observaciones realizadas y N el número de los ejemplares disponibles.

B) DISPERSIÓN MEDIA (M. D.) («mean deviation»).—La dispersión media obedece a la siguiente fórmula:

$$M. D. = \frac{\Sigma (d)}{N}$$

en la que d es el valor de cada desviación con respecto a la media o a la mediana (en el presente caso a la media M). Este índice no tiene tanto valor como el de la dispersión cuadrática, que se da a continuación, útil, además, para los cálculos posteriores.

C) DISPERSIÓN CUADRÁTICA ( $\sigma$ ) («standard deviation»).—Corresponde a la raíz cuadrada de la varianza («variance»), o sea:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma (d^2)}{N}}$$

En el caso presente hemos utilizado esta fórmula y no la de Fisher ( $\sigma'$ ) (16) que es la siguiente:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{\Sigma (d^2)}{N-1}}$$

que algunos autores consideran más recomendable para pequeñas series.

D) **AMPLITUD DE VARIACIÓN STANDARD (S. R.)** (que equivale al «standard range» de Simpson).—Este cálculo se realiza a partir de unos factores hallados por Tippett (17) para series de 2 a 1.000 ejemplares. Simpson, como se ha dicho, recomienda con acierto su uso precisamente para 1.000 muestras. El valor Tippett para este caso particular es 6,48287.

Para calcular el valor del S. R. propone Simpson dos métodos, uno basado en el uso de la dispersión cuadrática ( $\sigma$ ) (procedimiento del S. R. [S. D.] de Simpson) y el otro echando mano de la amplitud de variación observada O. R. (procedimiento del S. R. [O. R.] de Simpson), este último menos afinado que el anterior.

El primero de estos métodos es el más recomendable, por ser el que más se aproxima a la amplitud real de variación de una población, y éste es el que hemos utilizado. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$S. R. = 6,48287 \times \sigma$$

En el segundo método se calcula S. R. dividiendo el factor Tippett correspondiente a 1.000 ejemplares, por el factor correspondiente al número de ejemplares (N) de la serie observada, y este valor se multiplica por O. R.

Para conocer ahora los dos extremos teóricos de la serie (cuya diferencia es S. R.) se suma la mitad de S. R. con M y se obtiene así el extremo superior. Para obtener el extremo inferior se resta.

E) **COEFICIENTE DE VARIABILIDAD (V)**—Tiene interés por

alcanzar la categoría de índice o valor relativo, y así se puede comparar con otros índices. Se calcula a base de la fórmula siguiente:

$$V = \frac{\sigma \times 100}{M}$$

F) **ERRORES.**—En la tabla que se adjunta se puede observar que en cada uno de los valores se ha calculado el error correspondiente según fórmulas ya conocidas en la teoría matemática de los errores.

### Resultados obtenidos sobre variabilidad en los Castóridos

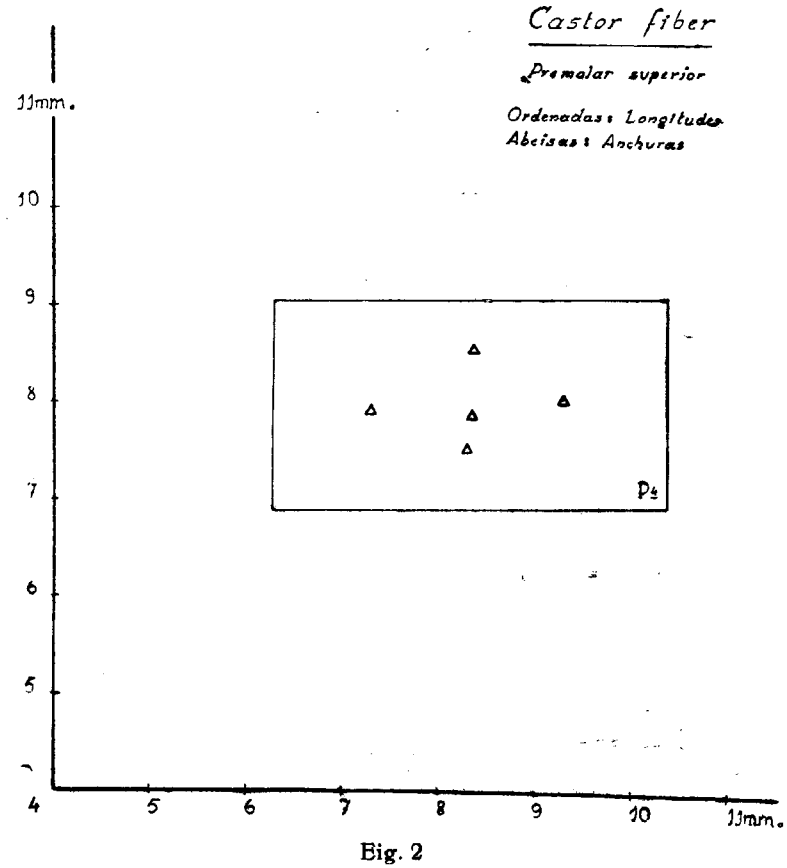
A continuación, y aplicando los cálculos anteriormente expuestos, se incluye la tabla de los valores obtenidos en el estudio de la variabilidad en las piezas dentarias de algunas especies de Castóridos, piezas que por su número han permitido una garantía de aplicación de aquéllos. Además, y para una observación paralela, se publican también las gráficas de constelaciones para dos variantes, que se refieren a las mismas. En estas constelaciones, utilizando los valores del S. R., hemos introducido la novedad de limitar las áreas correspondientes a cada pieza por un rectángulo, cuyas coordenadas vienen dadas por los valores extremos de S. R. en longitud y anchura.

Observamos en la tabla que los valores del coeficiente de variabilidad (V) oscilan en varias unidades, desde unos valores pequeños, como 1,45 en el M 2 superior del *Stenofiber depereti*, hasta 9,83 en la longitud del M 3 inferior de la misma especie. Simpson, a este particular, afirma

T A B L A

	N	O. R.	M		M. D.	σ		V	S. R.
			m	mg					
<i>Castor fiber</i>									
P 4 sup. Longitud.	5	7,50 - 8,52 (1,02)	7,95 ± 0,15	0,24	0,33 ± 0,10	4,13	6,88 - 9,02 (2,15)		
Anchura	5	7,30 - 9,32 (2,02)	8,33 ± 0,28	0,42	0,63 ± 0,20	7,56	6,29 - 10,37 (4,09)		
<i>M. minutus</i>									
P 4 Longitud.	7	4,10 - 4,80 (0,70)	4,47 ± 0,09	0,23	0,25 ± 0,07	5,59	3,66 - 5,28 (1,63)		
Anchura	7	4,10 - 4,70 (0,60)	4,54 ± 0,07	0,16	0,20 ± 0,05	4,40	3,90 - 5,18 (1,29)		
<i>S. depereti</i>									
P 4 sup. Longitud.	9	6,70 - 7,56 (0,86)	7,08 ± 0,09	0,23	0,28 ± 0,07	3,95	6,17 - 7,99 (1,83)		
Anchura	9	6,90 - 7,90 (1,00)	7,22 ± 0,10	0,24	0,30 ± 0,07	4,15	6,25 - 8,19 (1,95)		
M 1 sup. Longitud.	6	4,20 - 5,20 (1,00)	4,66 ± 0,15	0,36	0,38 ± 0,11	8,15	3,43 - 5,89 (2,47)		
Anchura	6	5,40 - 5,98 (0,58)	5,69 ± 0,07	0,17	0,19 ± 0,05	3,32	5,08 - 6,30 (1,23)		
M 2 sup. Longitud.	6	4,50 - 5,05 (0,55)	4,75 ± 0,07	0,18	0,19 ± 0,05	4,00	4,14 - 5,36 (1,23)		
Anchura	6	5,40 - 5,61 (0,21)	5,51 ± 0,03	0,08	0,08 ± 0,02	1,45	5,25 - 5,77 (0,53)		
M 3 sup. Longitud.	4	4,70 - 4,92 (0,23)	4,83 ± 0,04	0,08	0,08 ± 0,03	1,65	4,57 - 5,09 (0,53)		
Anchura	4	4,78 - 5,70 (0,92)	5,06 ± 0,18	0,32	0,37 ± 0,13	7,31	3,86 - 6,26 (2,41)		
P 4 inf. Longitud.	6	8,00 - 9,30 (1,30)	8,84 ± 0,17	0,33	0,42 ± 0,12	4,76	7,48 - 10,20 (2,73)		
Anchura	6	5,90 - 6,32 (0,42)	6,16 ± 0,06	0,15	0,16 ± 0,04	2,59	5,64 - 6,68 (1,05)		
M 1 inf. Longitud.	7	4,28 - 5,72 (1,44)	5,09 ± 0,18	0,38	0,47 ± 0,12	9,23	3,57 - 6,61 (3,05)		
Anchura	7	5,70 - 6,50 (0,80)	6,04 ± 0,09	0,18	0,24 ± 0,06	3,97	5,26 - 6,82 (1,57)		
M 2 inf. Longitud.	8	5,00 - 5,72 (0,72)	5,27 ± 0,08	0,22	0,25 ± 0,06	4,74	4,46 - 6,08 (1,63)		
Anchura	8	5,43 - 6,66 (1,23)	5,99 ± 0,12	0,28	0,35 ± 0,08	5,84	4,86 - 7,12 (2,27)		
M 3 inf. Longitud.	5	4,80 - 6,20 (1,40)	5,39 ± 0,23	0,47	0,53 ± 0,16	9,83	3,67 - 7,11 (3,45)		
Anchura	5	5,22 - 6,00 (0,78)	5,50 ± 0,11	0,19	0,26 ± 0,08	4,72	4,66 - 6,34 (1,69)		

Fig. 1



que son valores normales de variabilidad los que van de 4 a 10; los inferiores a 4 pueden considerarse como dados por piezas de poca variación (de caracteres dimensionales más estables). De ello se deduce, según la tabla, que en *S. depereti* el diente más poco sujeto a variaciones de tamaño es el M 2 superior. Los coeficientes superiores a 10 indican gran variabilidad y, por tanto, no pueden ser consideradas como piezas características a las que los posean. En general corresponden a dientes caedizos o no funcionales. En otros materiales indican graves fluctuaciones in-



fluidas por el crecimiento, sexo, etcétera. Este valor observamos que no es alcanzado por ninguna de las piezas aquí descritas.

Respecto de la amplitud de variación standard (S. R.) observamos cierta oscilación en los valores, desde 0,53 en

*Monosaulax minutus*

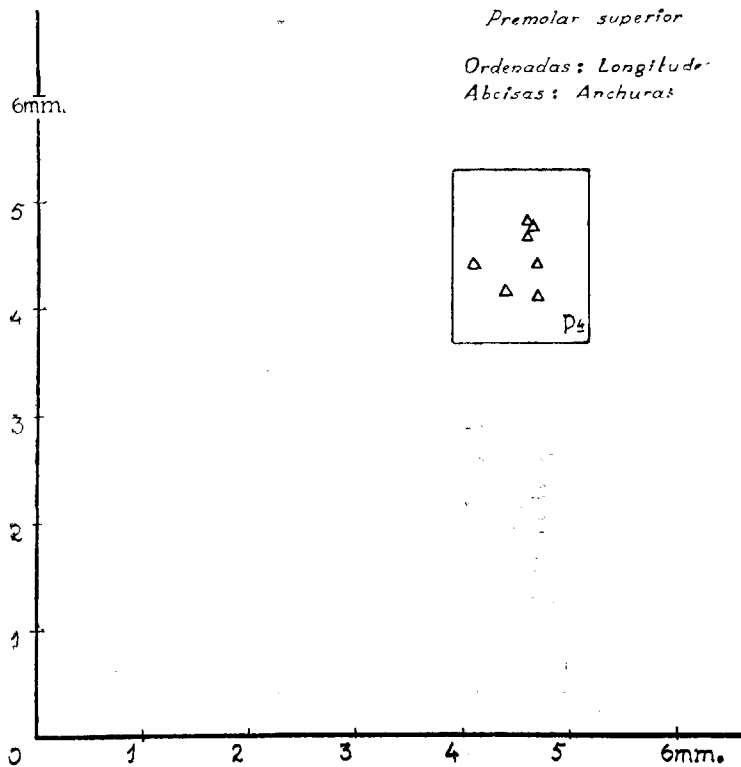


Fig. 3

la anchura del M 2 superior y en la longitud del M 3, también superior, de *S. depereti*, hasta 4,09 en la anchura del P 4 superior de *Castor fiber*. Observamos que las dimensiones extremas del S. R. en la longitud y anchura del P 4 superior de *Monosaulax minutus* no llegan a caer dentro

de la órbita de las de la pieza homóloga en *S. depereti* y, por lo tanto, se trata de dos formas ampliamente separables por la talla, incluso haciendo abstracción de otros caracteres (teniendo en cuenta que muchas veces se han considerado ambas formas como del mismo género *Ste-*

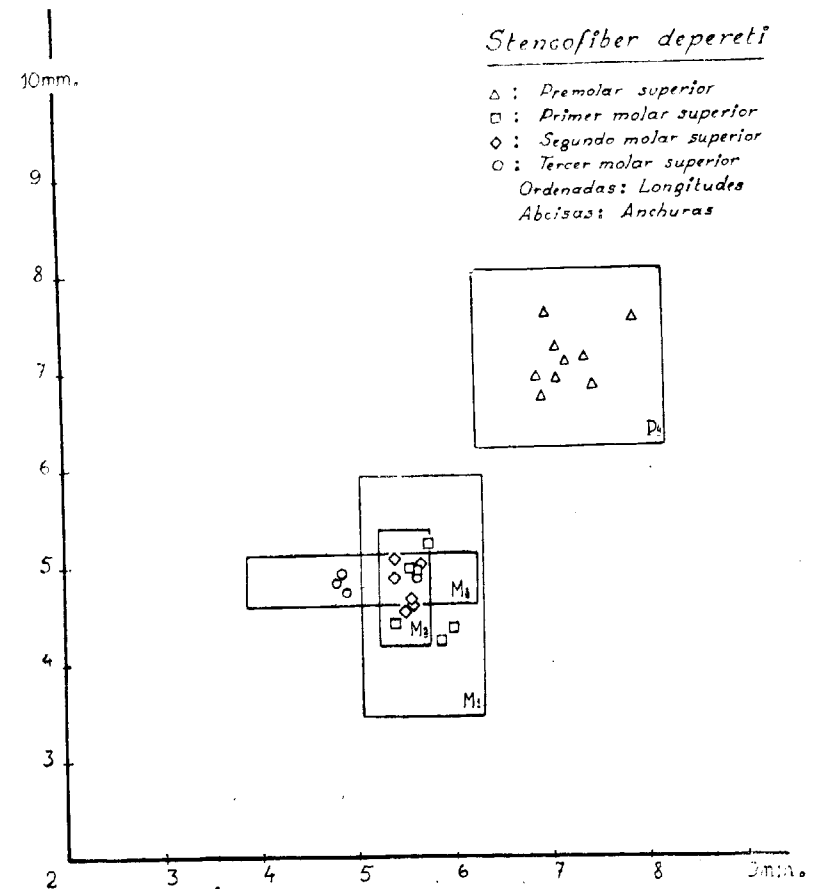


Fig. 4

*neofiber* y el hecho de hallarse frecuentemente asociadas en los mismos yacimientos).

Aquí se deduce también que las piezas de mayor va-

riabilidad son: en longitud, los P 4, M 1 y M 2 inferiores del *S. depereti*; en anchura, el M 3 superior y el M 2 inferior de la misma especie; en las dos dimensiones a la vez, el P 4 del *C. fiber*. Nótese que, excepción hecha del *C. fiber*, las anchuras varían menos, proporcionalmente, que las longitudes. En el caso del M 3 superior del *S. depereti* se observa que mientras la longitud varía muy poco, la anchura varía casi cinco veces más (obsérvese en la gráfica de la figura 4 las dimensiones del rectángulo correspondiente a dicha pieza).

De la misma gráfica de la figura 4 deducimos la imbricación total de la talla de las piezas M 1 y M 2 superiores en el mismo *S. depereti*, lo cual indica que por el solo carácter de su tamaño podría fácilmente confundirse el M 2 con el M 1 (por estar el M 2 totalmente dentro del M 1); afortunadamente, y según se ha dicho en la parte descriptiva de este trabajo, ambas difieren claramente en su morfología oclusal.

Las gráficas 4 y 5 nos muestran claramente el desplazamiento de las áreas de ambos premolares con respecto a las zonas de los molares que, por su parte, aparecen bastante imbricados. Ello indica que el P 4, tanto inferior como superior, es siempre mayor que los molares, sin excepción, incluso tomando los máximos extremos de la amplitud teórica de todas las piezas.

Como se ha dicho anteriormente, los valores del S. R. han sido calculados por el método de la dispersión cuadrática (S. R. [S. D]). Aparte los hemos calculado también a partir de la aplicación de la amplitud observada (S. R. [O. R.]) y, como era de esperar, hemos obtenido resultados generalmente distintos, aunque no demasiado dispares. En algunos casos existe coincidencia casi absoluta, y esto sucede precisamente en las piezas de menor coefi-

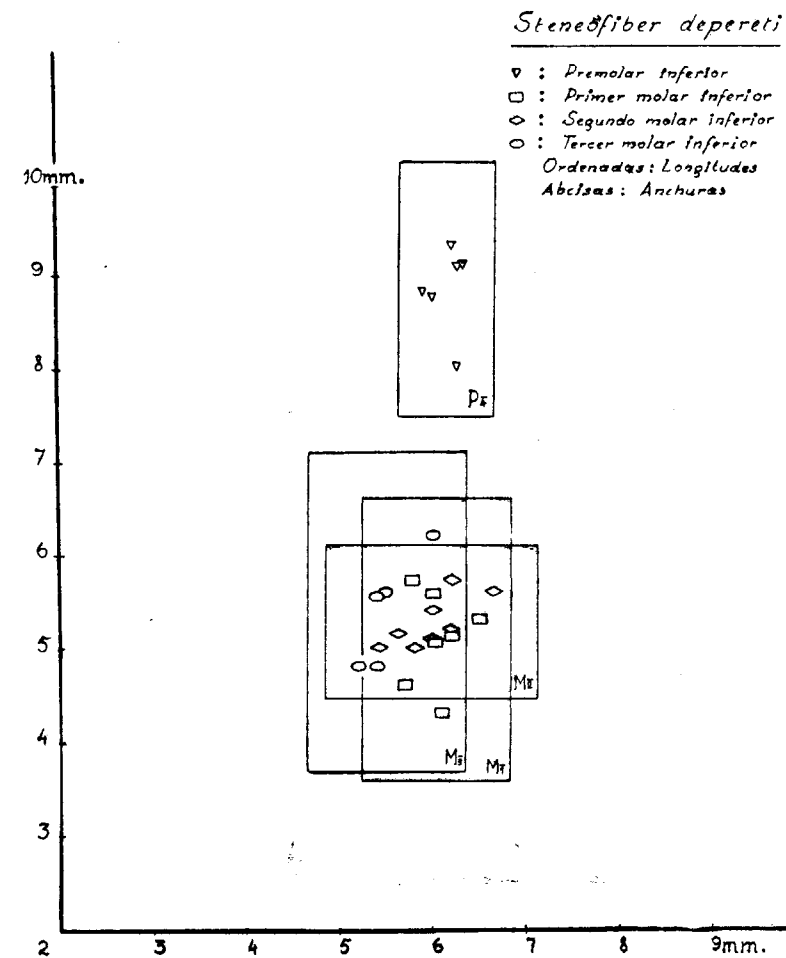


Fig. 5

ciente de variabilidad: anchura de M 2 superior de *S. depereti* ( $V = 1,45$ ). S. R. por el primer método es de 0,53, y por el segundo de 0,52. En cambio, en la anchura del P 4 superior de *C. fiber* ( $V = 7,56$ ), los valores de S. R. son, respectivamente, 4,09 y 5,61.

### Sevariación dimensional en el desgaste

En la descripción de las piezas dentarias de nuestros Castóridos se hizo ver, de acuerdo con los datos expuestos por Stirton (18), la considerable variación experimentada por la topografía de las mismas a través del desgaste. Pero esta variación no afecta solamente a la estructura (sobre todo oclusal) de los dientes, sino también a sus valores dimensionales y, además, no de una manera uniforme por el hecho de ser las piezas muy irregulares consideradas a través de sus sucesivos perfiles. Utilizamos aquí el término *sevariación* para indicar este cambio dimensional en los sucesivos desgastes de una *misma* pieza, lo que no tiene nada que ver con la variabilidad en los distintos ejemplares, y de la cual hemos hablado anteriormente. Para dar una clara visión de esta sevariación hemos ideado un método gráfico de representación en un sistema de coordenadas cartesianas, en el que las abscisas indican anchuras y las ordenadas longitudes. Además, los distintos desgastes de cada pieza van unidos por trazos continuos y generalmente están señalados por los números indicadores (véase el apartado «Estructura y nomenclatura dentarias», de la primera parte de este trabajo). En línea a trazos discontinuos se representa la media aritmética de la evolución de todas las piezas homólogas.

En algunos casos —sobre todo en aquellos en que se dispone de un buen lote de ejemplares— se observa una bien definida tendencia general hacia un sentido determinado, lo que nos indica una sevariación muy constante (recúrrase, en la comparación, principalmente a estos

casos); en otros se observan tendencias dispares y entonces el examen de la media no tiene mucho valor.

Una dificultad para la obtención de las gráficas es el hecho de habernos encontrado con piezas ya desgastadas, en las cuales no ha sido posible tener en cuenta los primeros números del desgaste y ello ha repercutido en la mediocre representación de la media y su escaso valor en algunos sectores. Todos esos inconvenientes pueden ser eliminados por el observador al considerar las gráficas expuestas.

A continuación examinamos en detalle las diversas gráficas de las piezas y especies en que han podido llevarse a cabo (mínimo dos ejemplares):

*Castor fiber*

*Dremolar superior*

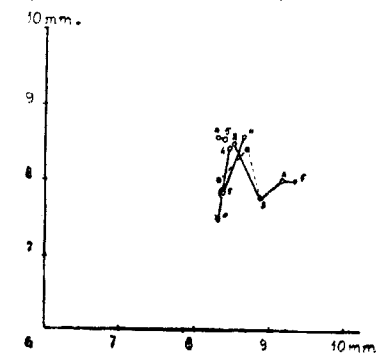


Fig. 6

*Castor fiber.*

P 4 superior (fig. 6). Los distintos trazos no siguen, en conjunto, una dirección determinada, lo que indica la gran variabilidad morfológica de la pieza; la media, por tanto, no tiene ningún valor. Recuérdese que se trata, asimismo, de una pieza de gran amplitud de variación en la talla. La sevariación no es, pues, constante.

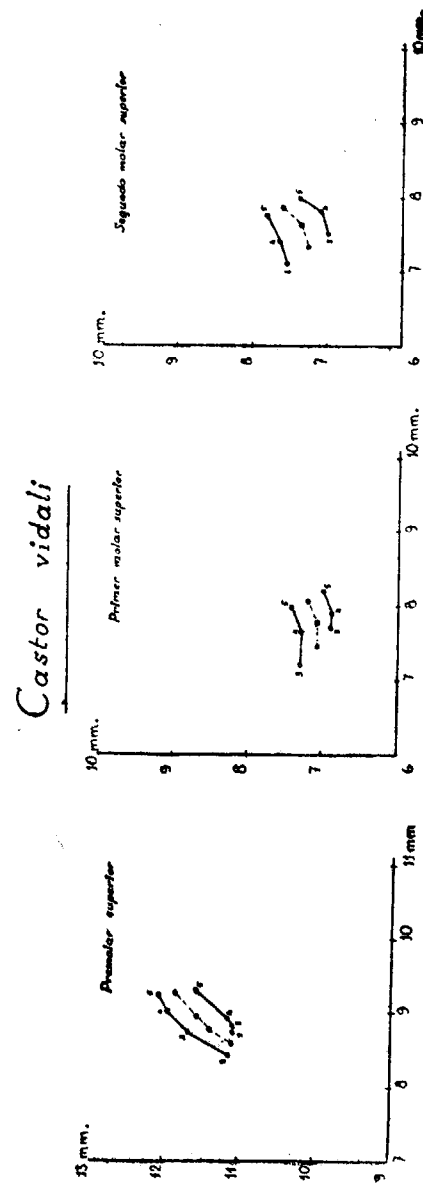


Fig. 7

*Castor vidali.*

P 4, M 1 y M 2 superiores (fig. 7). A pesar de que la sevariación sólo se ha podido examinar a base de dos ejemplares de cada una de las piezas, la tendencia en todos ellos es bien patente: aumento general, a través del desgaste, en las dos dimensiones en el P 4 y en el M 2 y sólo en anchura en el M 1. Apenas existe imbricación en la talla.

*Palaeomys castoroides.*

P 4 superior (fig. 8). Se observa la sevariación sólo en dos ejemplares de talla muy parecida, procedentes de dos

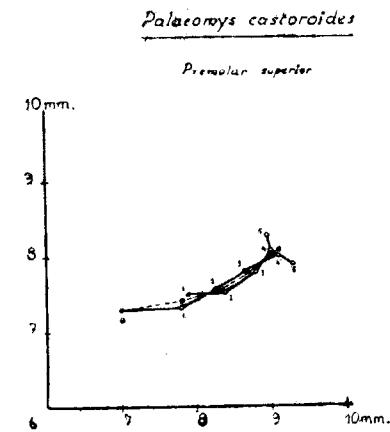


Fig. 8

yacimientos muy distantes. La media refleja netamente el sentido de la sevariación de ambos. Aumento considerable en anchura y más modesto en longitud.

*Monosaulax minutus.*

P 4 superior (fig. 9). Existe poca uniformidad en la sevariación; además no se dispone de muchos estadios de



desgaste, lo cual dificulta el conocimiento preciso de aquélla. Se puede, no obstante, señalar un aumento en la longitud y una anchura bastante estable.

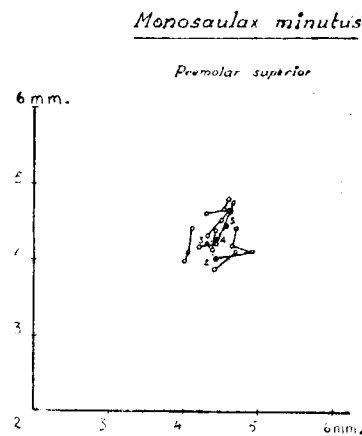


Fig. 9

*Steneofiber depereti.*

P 4 superior (fig. 10). Bastante uniformidad en la separación; la anchura crece bastante, la longitud algo menos, especialmente al principio; luego el aumento es proporcional en ambas dimensiones.

M 1 superior. Tendencia bastante notable a mantenerse dentro de la misma longitud y a crecer en anchura. Los desgastes primeros no se conocen.

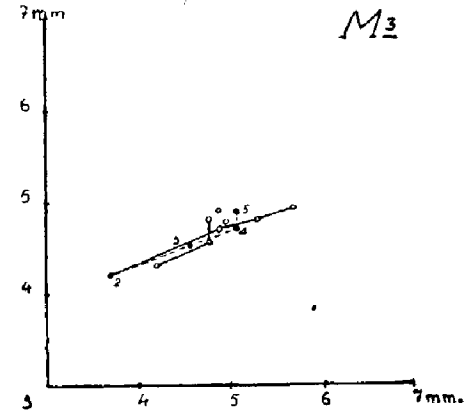
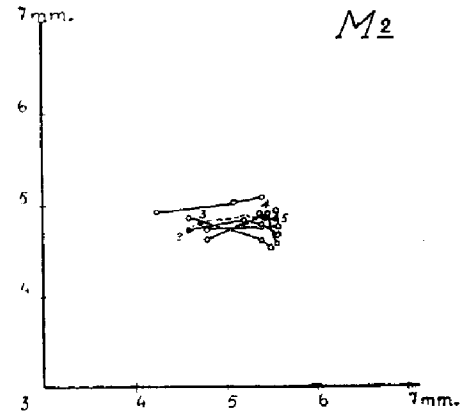
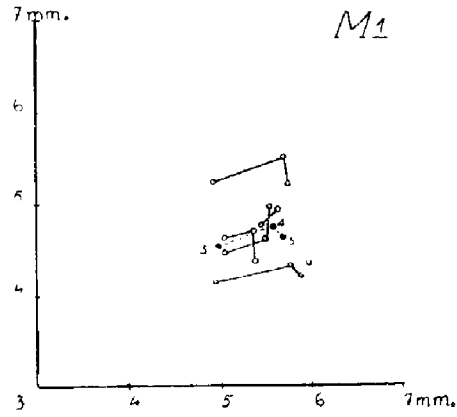
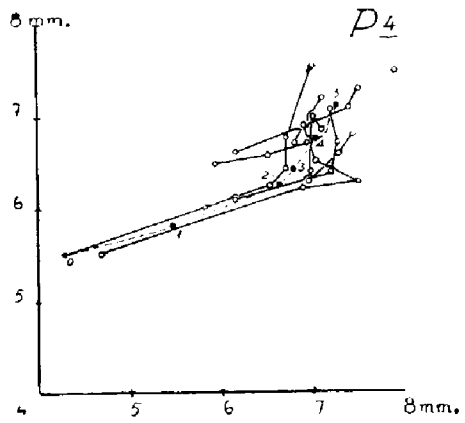
M 2 superior. Conclusiones análogas a las del anterior. Piezas bastante interferentes en talla.

M 3 superior. Sevariación poco sensible en longitud y bastante más en anchura.

P 4 inferior. Se trata de un caso de una gran claridad demostrativa. La media es expresión exacta de la tendencia de todos los ejemplares. Crecimiento muy patente en longitud (casi se duplica desde la cima a la base del dien-

Steneofiber depereti

*Piezas superiores*



*Piezas inferiores*

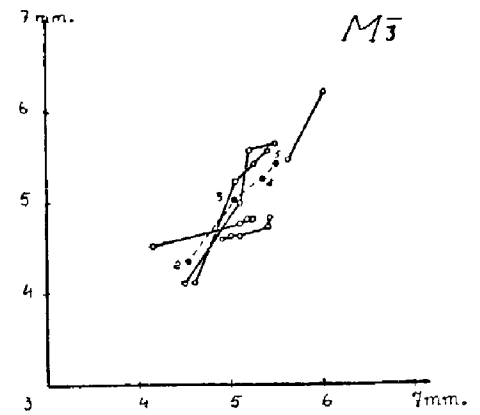
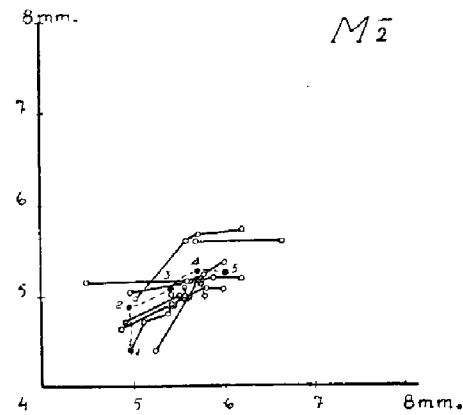
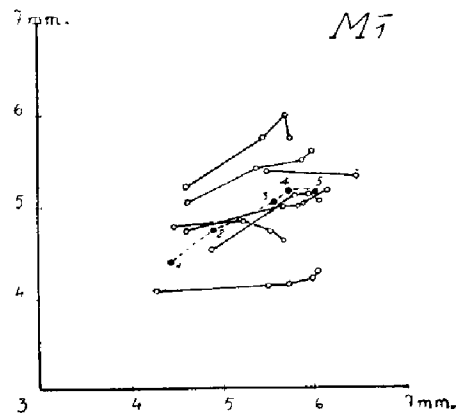
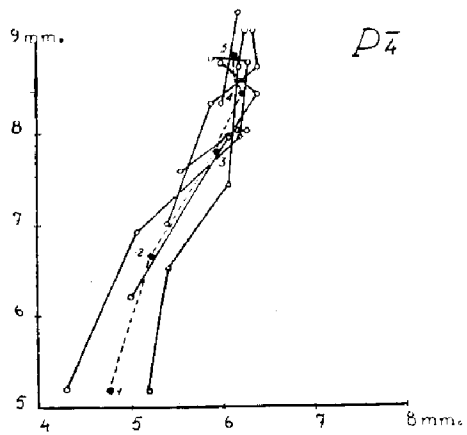


Fig. 10

te); la anchura, en cambio, se mantiene poco menos que constante (sólo un milímetro de diferencia desde el desgaste 0 al 5).

M 1 inferior. Aunque no tanto como el anterior, puede tomarse como un caso muy demostrativo de la tendencia general de la sevariación. Se ha operado con piezas que tienen, no obstante, unas dimensiones distintas. Al revés de la pieza anterior, ésta se mantiene casi constante en longitud y con crecimiento continuo y marcado de la anchura.

M 2 inferior. La sevariación es análoga a la de la pieza anterior. La anomalía que se observa entre los desgastes 1 y 2 es sólo aparente, por estar condicionada por la existencia de un solo estadio de desgaste 1.

M 3 inferior. Aumento armónico en longitud y anchura en cuanto a la media, la cual, de todos modos, quizá no refleje demasiado exactamente la realidad de cada ejemplar en particular, pues alguno de ellos es algo anómalo con relación a los demás.

\* \* \*

Creemos muy probable que el estudio de la sevariación en el desgaste puede proporcionar interesantes datos comparativos cuando se disponga de abundantes materiales de las distintas especies. Por nuestro lado, lamentamos que la parquedad de los datos que nos proporciona *Monosaulax minutus* no nos permita llevar a cabo un examen de comparación con el *Steneofiber depereti*, cuyos resultados pudieran venir a corroborar la separación genérica de ambas formas. De todos modos, esto está al alcance de quien pueda disponer ahora de un material más completo de la primera de las mencionadas especies. Señálase

ya una importante diferencia en la morfología del perfil de los respectivos P 4 a través del desgaste, según puede observarse con los datos expuestos al reseñar la sevariación en ambas piezas.

De varios de los dientes del *Steneofiber depereti* (P 4 superior y P 4 y M 1 inferiores) podemos casi afirmar que el hallazgo de nuevos ejemplares de la misma especie no ha de venir a modificar sensiblemente la media hallada por nosotros para dicha especie.

Respecto del mismo *S. depereti*, que es la especie de la cual poseemos un mayor número de piezas, podemos decir lo siguiente: en el maxilar, mientras que el P 4 tiende a aumentar en longitud a través del desgaste, los molares tienen poca variación en este aspecto; la anchura, en cambio, aumenta en todas las piezas superiores; en la mandíbula, el P 4 ofrece la particularidad de aumentar muy claramente en longitud y poco en anchura; en los molares sucede lo mismo que en los superiores, excepto en el M 3, en que el aumento en ambas direcciones es ya más proporcionado.

Museo de Sabadell, agosto de 1947.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) SCHAUB (S.): «Cricetodontiden der Spanischen Halbinsel». — *Eclogae Geologicae Helveticae*. Vol. 37. Nr. 2. Basel, 1944.
- (1 bis) VILLALTA COMBELLA (J. F.) y CRUSAFONT PAIRÓ (M.): «Un *Anchiterium* en el Pontiense español. *Anchiterium sampelayoi* nova sp.». — *Notas y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.* Núm. 14. Madrid, 1945.
- (2) SIMPSON (G. G.) y ROE (A.): «Quantitative Zoology. Numerical concepts and methods in the study of recent and fossil animals». — Mc. Graw-Hill Book Co. Inc. New York y London, 1939.
- (3) WEDEKIND (R.): «Über die Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie». — Berlin, 1916.
- (4) BUBNOFF (S. VON): «Über einige grundlegende Principien der palaontologischen Systematik». — *Zeits. indukt. Abstam.-u. Vererbungslehre*. XXI. 1919.
- (5) KLAHN (H.): «Der Wert der Variationsstatistik für die Palaentologie». — *Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br.* XXII. Heft. 2. Freiburg, 1920.
- (6) KLAHN (H.): «Was nutzt die Variationsstatistik der Palaentologie?». — *Zeits. deutschs. geol. Ges.* LXXXI, Heft, 1929.
- (7) SOERGEL (W.): «Die Fahrten der Chirotheria. Eine palaobiologische studie». — Gustav Fischer. Jena, 1925.
- (8) PEARSON (H. S.): «Chinese fossils Suidae». — *Paleontologia Sinica*. V. Fasc. 5. Sér. C. Peiping, 1928.
- (9) GREGORY (W. K.) y COOK (H. J.): «New material for the study of evolution. A series of primitive Rhinoceros skulls (*Trigonias*) from the Lower Oligocene of Colorado». — *Proc. Colorado Mus. Nat. Hist.* VIII. Núm. 1. 1928.
- (10) STOCK (C.): «A census of the Pleistocene mammals of Rancho La Brea, based on the collections of the Los Angeles Museum». — *Journ. Mammalogy*. X. 1929.
- (11) ZEUNER (F.): «Die Beziehungen zwischen Schädelform und Le-



- bensweise bei rezenten und fossilen Nashornern».—  
*Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br.* XXXIV. Freiburg, 1934.
- (12) SIMPSON (G. G.): «Range as a zoological character».—*Amer. Journ. of Science*. Vol. 239. Num. 11. New York, 1941.
- (13) SIMPSON (G. G.): «Notes on Pleistocene and Recent Tapirs».—*Bull. of the Amer. Mus. of Nat. Hist.* Vol. 86. Art. 2. New York, 1945.
- (14) SIMPSON (G. G.): «Fossil Penguins».—*Bull. of the Amer. Mus. of Nat. Hist.* Vol. 86. Art. 1. New York, 1946.
- (15) SIMPSON (G. G.) y ROE (A.): «A standard frequency distribution method».—*Amer. Mus. Novitates*. Num. 1.190. New York, 1942.
- (16) FISHER (R. A.): «Statistical methods for research workers. Biological Monographs and Manuals».—V. Oliver and Boyd. Edimburgh y London, 1935.
- (17) TIPPETT (L. H. C.): «On the extreme individuals and the range of samples taken from anormal population».—*Biometrika*. Vol. 17. Pars. 3 y 4. 1925.
- (18) STIRTON (R. A.): «A Review of the Tertiary beavers».—*Bull. of the Depart. of Geol. Scienc. Univ. of California*. Vol. 23. Num. 13. Berkeley, 1935.

## INDICE

	Páginas
I. PARTE GENERAL Y DESCRIPTIVA .....	3
Introducción .....	3
Antecedentes .....	6
Sistemática de los Castóridos .....	9
Estructura y nomenclatura dentarias .....	16
Parte descriptiva .....	23
I. Género <i>Palaeomys</i> Kaup .....	23
<i>Palaeomys castoroides</i> Kaup .....	25
II. Género <i>Castor</i> Linné .....	27
<i>Castor vidali</i> nova sp. ....	30
<i>Castor fiber</i> Linné .....	34
III. Género <i>Steneofiber</i> Geoffroy .....	40
<i>Steneofiber castorinus</i> Pomel .....	43
<i>Steneofiber depereti</i> Mayet .....	47
<i>Steneofiber jaegeri</i> (Kaup.) .....	63
IV. Género <i>Monosaulax</i> Stirton .....	69
<i>Monosaulax minutus</i> v. Meyer. ....	70
V. Género <i>Dipoides</i> Jager .....	81
<i>Dipoides problematicus</i> Schlosser. ....	83
Filogenia .....	86
Distribución geográfica y estratigráfica .....	88
Cronología .....	93
Teratología .....	96
Bibliografía .....	99
II. BIOMETRÍA. ....	107
Introducción .....	107
Cálculos y métodos utilizados .....	112
Resultados obtenidos sobre variabilidad en los Castóridos .....	115
Sevariación dimensional en el desgaste .....	122
Bibliografía .....	129

**INDICE GENERAL**

## INDICE GENERAL

	<u>Págs.</u>
CORALARIOS DEVONIANOS DEL SAHARA ESPAÑOL, por Primitivo Hernández Sampelayo.....	1
«PRADOCERAS (KOTOCERAS) KOBAYASHI» N. SP., DEL ORDOVICIENSE DE CIUDAD REAL, por Primitivo Hernández Sampelayo .....	47
SOBRE DOS ALGAS CLOROFÍCEAS FÓSILES DE LAS «FALSAS-BRECHAS» TITÓNICAS DE LOS ALPIDES ESPAÑOLES, por G. Colom .....	55
DATOS PARA EL ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA BAHÍA BAJA (LEÓN), por Joaquín Gómez de Llarena y Celso Rodríguez Arango .....	79
ESTUDIO GEOLÓGICO Y MINERO DEL YACIMIENTO DE ALQUIFE-MARQUESADO, por Manuel Pastor Mendivil	207
LOS CASTORES FÓSILES DE ESPAÑA: I. PARTE GENERAL Y DESCRIPTIVA, por M. Crusafont Pairó y J. F. de Villalta, con la colaboración de J. R. Batañer. II. BIOMETRÍA, por M. Crusafont Pairó..	319