

AÑO 1962

II TRIMESTRE

NUM. 66

NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

66



SEGUNDO TRIMESTRE

M A D R I D

1 9 6 2

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

Los derechos de propiedad de los trabajos
publicados en esta obra fueron cedidos por
los autores al Instituto Geológico y Minero de
España.

Queda hecho el depósito que marca la Ley

EXPLICACION DE PORTADA

Laguna crateriana rodeada de materiales de proyección de tipo basáltico, cenizas y lapilli, cuya explotación para hormigones menudos en las construcciones, ha abierto la excavación que se aprecia en primer término.

Al fondo, alineación de cuarcitas ordovicicas y de pizarras del Siluriano inferior, dando origen a la serrata de Olla Grande, que marca las alineaciones hercínicas.

El paisaje es típico de campo eruptivo pleistoceno de Ciudad Real (Campo de Calatrava) integrado por el Paleozoico inferior, atravesado por gran número de aparatos volcánicos.

El paisaje queda situado en la Hoja 810, Almodovar del Campo, latitud norte 38.º 42' 30'', longitud oeste 0.º 29', tomada en abril de 1959, mirando al suroeste.¹

Deposito Legal M. 1.882.-1958

C. BERMEJO, IMPRESOR.—J. GARCIA MORATO, 122.—TELEF. 233-06-19.—MADRID

JOAQUIN GOMEZ DE LLARENA

OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS Y EXPERIMENTALES SOBRE LA MAGNESITA SEDIMENTARIA

RESUMEN

La presente nota contiene, en su primera parte, nuevas observaciones sobre la magnesita sedimentaria de Asturreta (valle del Arga, Navarra) y de Reínoša (Santander).

En su segunda parte se describen algunos experimentos «imitativos» de la magnesita sedimentaria.

RÉSUMÉ

La première partie contient les nouvelles observations concernant la magnésite sédimentaire d'Asturreta (Navarre) et de Reínoša (Santander).

Dans la seconde partie, on décrit quelques expériences «imitatives» de la magnésite sédimentaire.

ABSTRACT

The first part contain further observations about sedimentary magnesite from Arga-valley (Navarra) and Reínoša (Santander).

The second part give a short description of any «imitative» experiments of sedimentary magnesite.

AUSZUG

Der erste Teil enthält neue Beobachtungen über sedimentären Magnesit aus Argatal (Navarra) und Reínoša (Santander).

Im zweiten Teil werden einige Laborexperimente beschrieben die den sedimentären Magnesit «nachahmen».

Este trabajo consta de dos partes: en la primera expongo unas cuantas observaciones recogidas en el terreno, sobre todo en la cantera principal de la magnesita carbonífera del valle alto del Arga (Asturreta) y en las pequeñas formaciones del Triásico medio de la provincia de Santander (Reínoša y San Miguel de Aguayo). Estas observaciones se pueden considerar complementarias de las ya publicadas en mi nota anterior (4).

En la segunda parte expongo algunos de los experimentos, realizados ya desde el año 1950, imitativos de la magnesita de Asturreta, que por su sencillez, aunque ya citados en notas posteriores, no había creído necesario describirlos.

ASTURRETA (VALLE DEL ARGA, NAVARRA)

La figura 1 nos muestra una vista general de la cantera principal de Asturreta (26.8.1961). La extracción del mineral se ha concentrado, hasta ahora, en



FIG. 1

la zona del muro o yacente de la formación. Como ya describíamos en la primera nota (2), nos hallamos aquí en la rama oeste de un gran anticlinal de flancos muy desiguales (fig. 2), correspondiendo la mayor potencia a esta rama del lado occidental, puesta al descubierto por la cantera. En otro corte esquemático que acompañaba a aquella primera nota, llamábamos «magnesita de primera calidad» al mineral extraído en esta zona próxima al muro del anticlinal, si bien la homogeneidad de la formación se veía ya interrumpida por las intercalaciones de bancos de dolomía o de pizarras (figura 3). Al intensificarse las labores de extracción en busca de las zonas de mejor calidad, se van descubriendo las variaciones en el régimen sedimentario y los episodios diversos que fueron desarrollándose en la pequeña cuenca

durante su relleno por los depósitos químicos y detríticos. En el verano de 1961, las labores más altas alcanzaban la cota de 130 metros sobre el nivel de la carretera en la orilla del río Arga. Al lado izquierdo de la fig. 1 (sólo visible en parte), una pista llega hasta aquella cota. Se han tallado varias plantas de arranque a distintas alturas. A pocos metros por debajo del nivel de la carretera, está iniciada otra planta en mineral de primera calidad. La

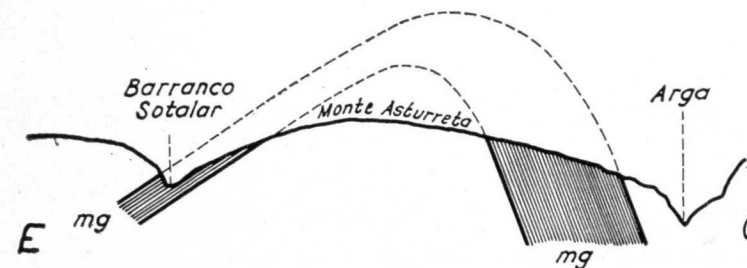


FIG. 2

distancia en proyección vertical sobre el plano, desde la cota más alta (al fondo de la foto) hasta la carretera (en primer término), pasa ya bastante de los 300 metros que anotábamos en la nota anterior. Las labores de extracción siguen avanzando en el mismo sentido que tiene el rumbo estratigráfico

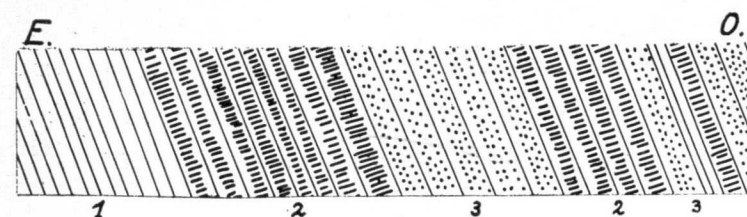


FIG. 3

de los estratos (dominante unos 30° E., pero que llega a ser en algunos tramos N.-S. magnético).

Igualmente, el buzamiento sigue constante con el valor medio de unos 75° al Oeste (fig 4). Tampoco hemos reconocido este año variación alguna en la composición mineralógica de las capas según su rumbo estratigráfico. Esta constancia de caracteres, hace que la labor de arranque del mineral se vaya adentrando poco a poco en las mismas zonas de magnesita de primera calidad ya descubiertas al comienzo de la explotación (fig. 3 núm. 2) y que acentúe los contrastes que forman con las intercalaciones de dolomías (fig. 3 núm. 3) y pizarras (fig. 3 núm. 1), las cuales quedan así exentas, desta-

cadadas como muros entre las zonas de magnesita. La pista de acceso a las labores altas, recorrida de continuo por los camiones que llevan el mineral a las instalaciones de preparación situadas junto a la carretera inferior, penetra, en los recodos de la izquierda de la foto, en las pizarras del muro o yacente estratigráfico de la formación mineral. Estas pizarras son de color verde, con intercalaciones de poca potencia, de otras de color rojo vinoso. Lo mismo unas que otras tienen fractura astillosa. Contienen, como ya hemos citado en otras ocasiones, cubos de pirita, y al alterarse y meteorizarse, «revelan» sus fósiles, los mismos que aparecen tanto en capas más bajas del

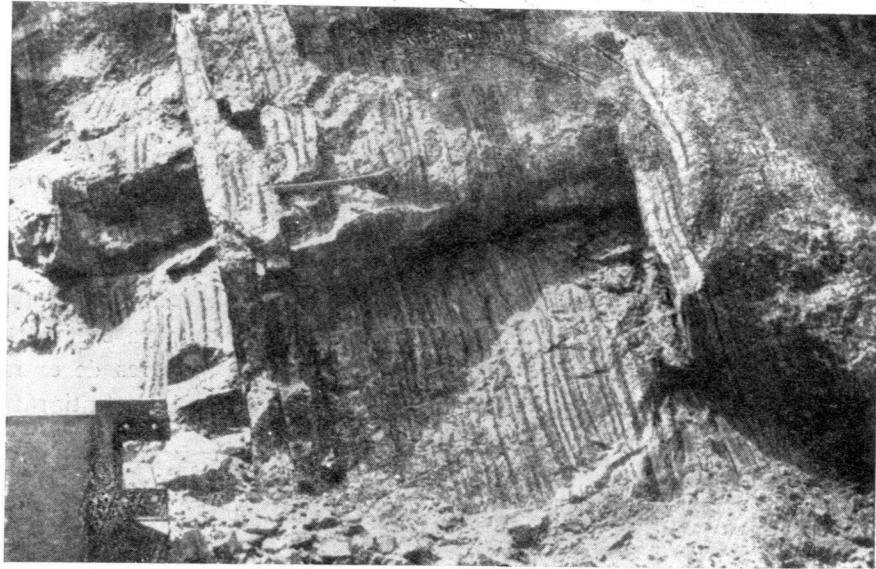


FIG. 4

muro (en un camino que pasa al otro lado del monte a la izquierda, frente al vivero forestal), como en las intercalaciones pizarrosas o en las pizarras del techo, y que ya fueron determinados por H. Schmidt en 1951 como de edad namuriense.

Ya en nuestra nota de 1959 (4, pág. 190) anotábamos la variedad de estratos que se observan en contacto con este muro de pizarras verdes. Aquí reproducimos en la figura 5 un ejemplo de esta variedad. A la izquierda, los estratos delgados de magnesita «Asturreta» o tipo «normal» (fig. 6) pasan hacia arriba, es decir, aquí, a la derecha, en limpia transición sedimentaria a otro tramo constituido por bancos algo más gruesos de dolomía formada por menudos romboedros de dolomita. Antes de terminar la serie de estratos de magnesita, un estrato de este material se carga de sustancia orgánica que le hace tomar el color negro. Esta alternancia de series de estratos de

magnesita con otras formadas por bancos de dolomía sacarina, se repite varias veces en este lado de la base de la formación. Un episodio de mucho interés para comprender el modo de formarse los cristales grandes lenticulares que se destacan en algunos de estos estratos de dolomía microgranuda, lo tenemos en las figuras 7 y 8. Se presenta aquí una serie de tres estra-

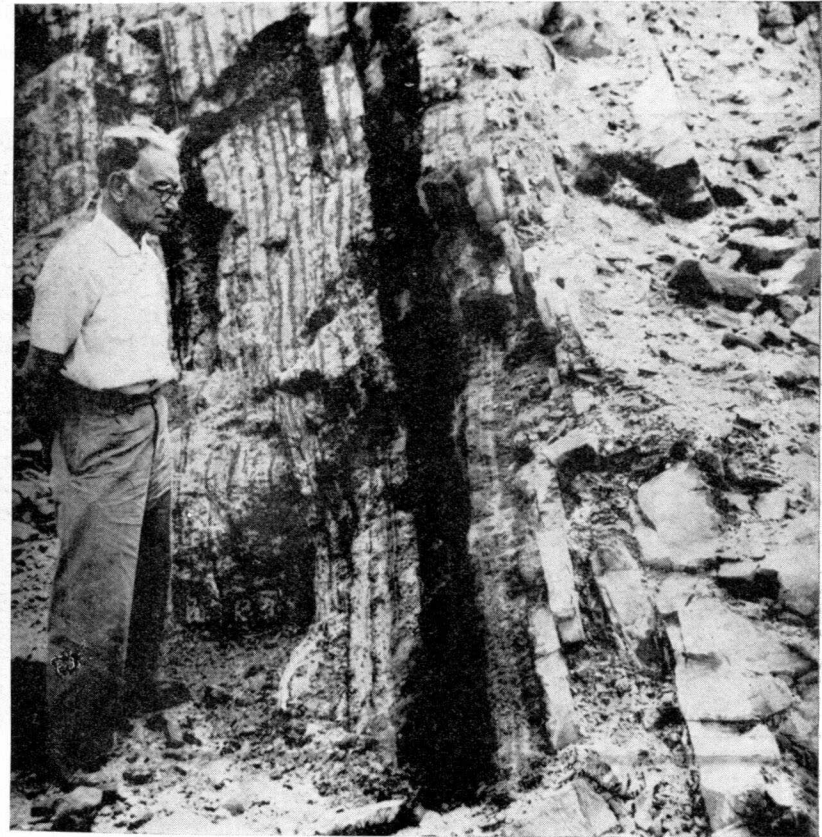


FIG. 5

tos, con un espesor medio, cada uno de ellos, de unos 18 centímetros. Del estrato central, limitado entre los martillos, hemos extraído un bloque, que, seccionado, a lo largo, en su parte media, por un plano normal al de sedimentación, nos muestra la figura 8. La estratificación fina de la dolomía se reconoce bien en la parte inferior (a la izquierda, un centímetro cuadrado); sigue luego una parte central negra, que en la figura apenas se reconoce por hallarse invadida por un entrecruzamiento irregular de cristales lenticulares apilados de dolomita o magnesita. La parte superior del estrato vuelve a tener

la misma constitución que la inferior, pero en la que no se reconoce la estratificación. Los cristales grandes de la parte central penetran lo mismo en la parte inferior que en la superior. Al exterior, estos cristales grandes, al disgregarse las partes formadas por los menudos romboedros de la dolomita, quedan exentos o sueltos, mientras esta última se acumula formando montones de «arena» al pie de los escarpes de la cantera. Esta disposición de estratos de dolomía sacarina que tienen en su interior cristales grandes, se repite también varias veces en este sitio.

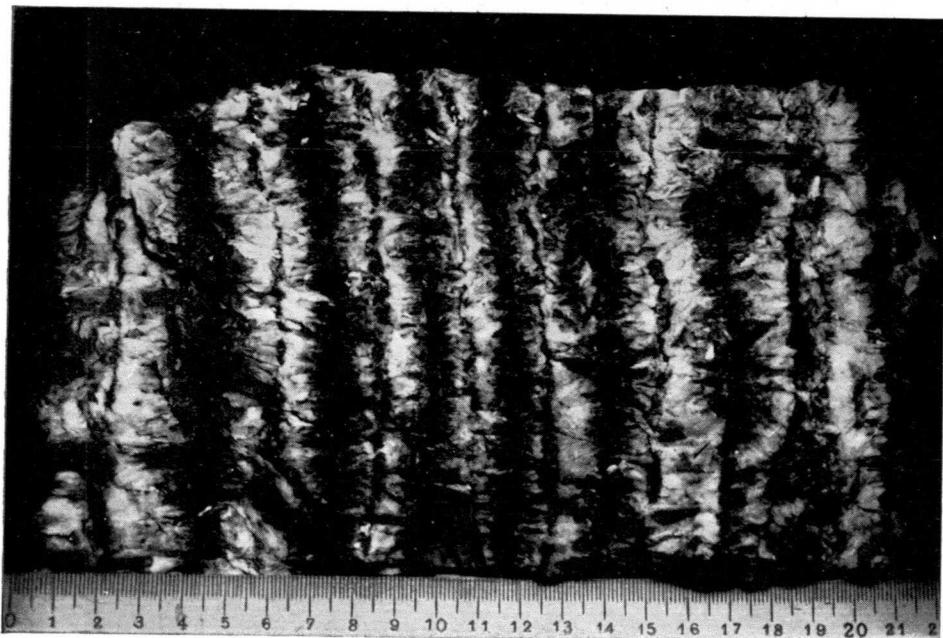


FIG. 6

Las figuras 9, 10 y 11 muestran tres tipos de presentación de la magnesia que interrumpen la monótona de la normal. En la figura 9 se ven varios núcleos de color blanco, rodeados de la concreción radiada y de color oscuro. En la figura 10 se ven varios estratos (líneas gruesas negras horizontales), atravesados por diaclasas verticales, señaladas también por líneas negras, pero que en su parte media están recorridas, cada una, por una línea blanca fina. En la cantera principal de Asturreta esta disposición particular de los estratos apenas se desarrolla. En cambio, en la rama oriental del anticlinal, pasado el brusco recodo que hace el estrecho valle del Arga en aquel punto, en la «cantera de Rafael», ocupa una extensión de varios metros cuadrados.

La figura 12 es la fotografía del lecho del río Arga, obtenida durante el

prolongado estiaje del año 1954. Los estratos de magnesita tipo normal forman pliegues y repliegues agudos. Los cristales muestran, en gran parte, una trituration manifestada.

En la figura 13 se ve la «magnesita de segunda calidad» (valores medios: magnesita de primera calidad: $MgO = 46,15$ por 100; $CaO = 0,08$ por 100. Magnesita de segunda calidad: $MgO = 38,84$ por 100; $CaO = 6$ por 100). La magnesita de segunda calidad queda formando un ancho crestón que separa la zona actualmente explotada con mayor intensidad, al lado del ya

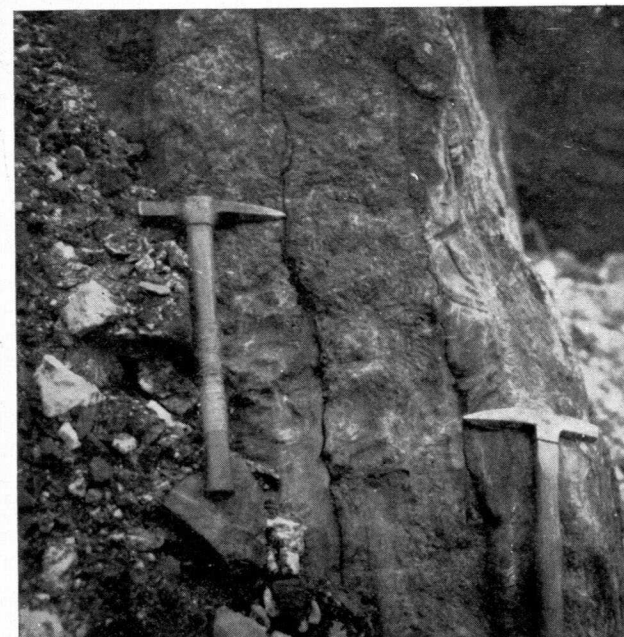


FIG. 7

cente o muro, de la que empieza a beneficiarse, aun distante del techo. En la figura 1, el plano inclinado a la derecha, se halla al margen del crestón, cuya prolongación se destaca al fondo de la foto. Esta magnesita de segunda se halla constituida por estratos delgados, en donde no se observa la disposición de cristales normales al plano de sedimentación, sino que en su lugar aparecen estructuras concrecionadas, geódicas. Al comienzo de la explotación de la contigua de primera calidad, aparecían con frecuencia los nódulos de sílex, unas veces interestratificados en la magnesita, otras en fragmentos cementados por ella, de los que ya hemos expuesto ejemplos en las notas anteriores.

MAGNESITAS DE LA PROVINCIA DE SANTANDER

En mi nota de 1959, además de incluir las observaciones obtenidas en el más importante yacimiento de magnesita de España, como es el de Asturreta, en el valle del alto del Arga, incluía algunos datos del pequeño afloramiento

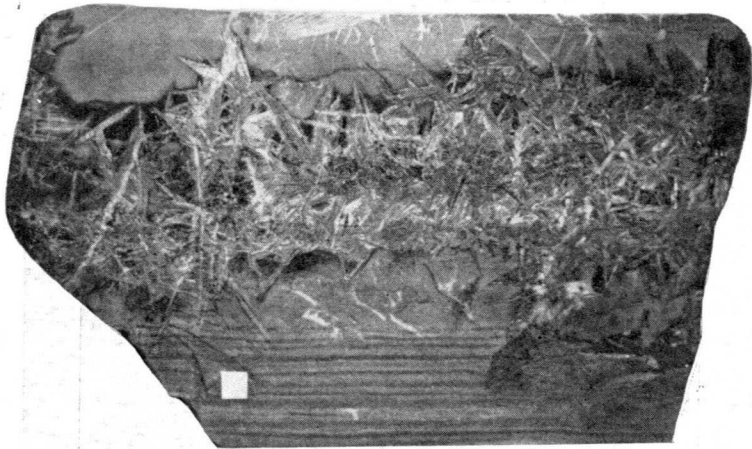


FIG. 8

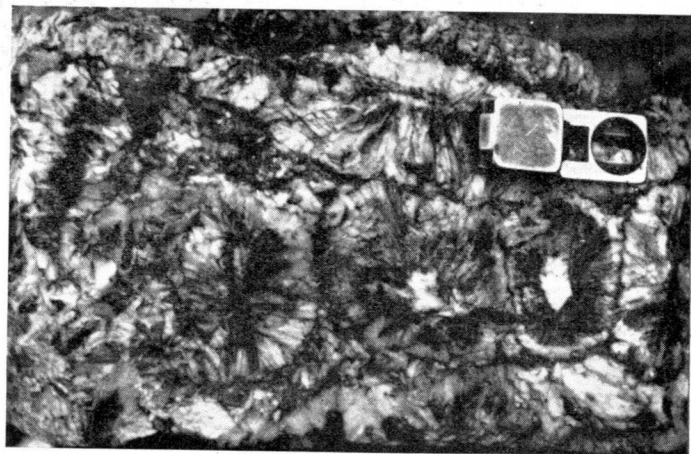


FIG. 9

de la magnesita, de edad probablemente silúrica, de Pacios de Villa de Moros (Monforte, Lugo). Hemos visitado algunos otros yacimientos de magnesita sedimentaria situados en distintas provincias españolas, pero en esta nota

nos limitamos a exponer las observaciones obtenidas en dos de la provincia de Santander. Ya de antiguo eran conocidos y explotados algunos de ellos. Todos se hallan en el Triásico medio o Muschelkalk. E. Dupuy de Lôme y C. F. Maquieira de Borbón (1) describen los más interesantes. El más importante se encuentra en Reinosa. El corte de la figura 14 reproduce el obtenido por estos autores de la mina San José. A las calizas magnesianas del tramo 1 sucede un banco de magnesita (2), seguido de otro de calizas magnesianas, sustituidas, finalmente, por otras tabulares (3). Esta serie, plegada en forma de rodilla (en el dibujo original aparece más acentuado este pliegue), queda en contacto por falla con las margas irisadas (4). En

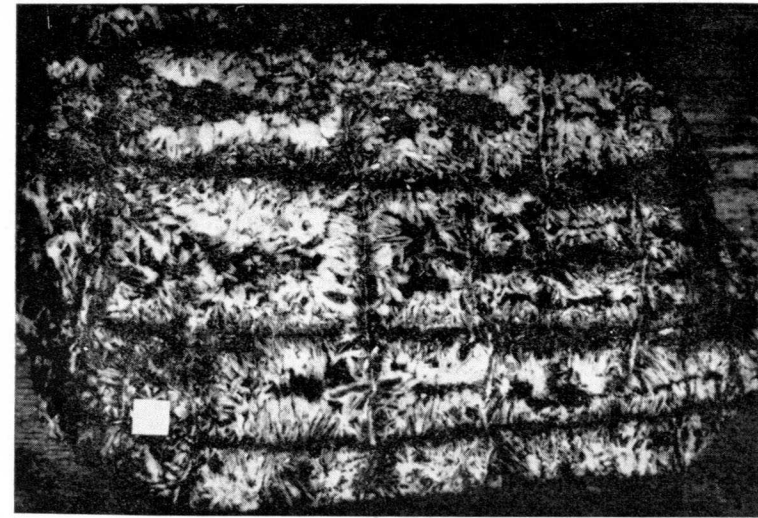


FIG. 10

la actualidad, esta mina lleva el nombre de «Fontoria». Suspendida su explotación, sólo hemos podido recoger algunas observaciones al exterior y en la bocamina de una larga galería, en parte inundada. Las muestras del mineral extraído nos hacen ver su composición, que le da un valor de 38 por 100 de MgO y 12 por 100 de CaO. Está constituido por un material pardo, de agujas largas entrecruzadas. No hemos podido determinar la potencia de esta capa de magnesita de la mina Fontoria, que, a juzgar por los datos expuestos por Dupuy de Lôme y Maquieira de Borbón, estimamos en unos dos metros.

En San Miguel de Aguayo, las antiguas minas de magnesita hace tiempo que han quedado cubiertas por el agua del pantano de Pie de Concha. No obstante, en la época por nosotros visitada (agosto de 1961) quedaban al des-

cubierto algunos restos de escombrera, que nos han permitido recoger muestras de magnesita idénticas a las de la mina Fontoria, de Reinosa.

(En Requejo, otro de los yacimientos citados por Dupuy de Lôme y Maquieira de Borbón, sólo pudimos ver un socavón abierto en las carniolas triásicas y del Infraías.)

Exponemos aquí las observaciones que nos hacen suponer que este tramo de magnesita del Muschelkalk de Santander se ha constituido, de igual modo que la magnesita namuriense de Asturreta, triásica de Puerto de Velate y

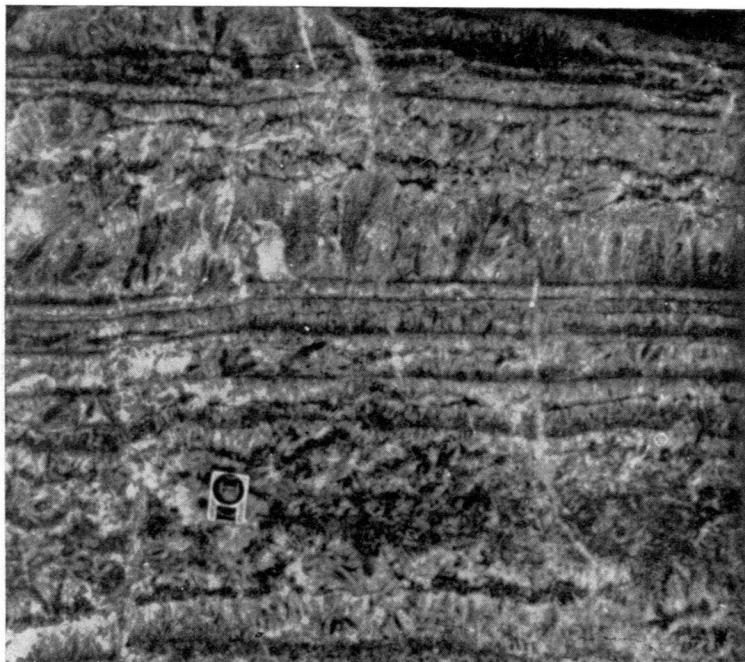


FIG. 11

silúrica de Villa de Moros, en un medio lagunar de sedimentación química predominante. En la figura 15 se ve una masa de dolomía sacarina, de grano fino, que forma estratos separados por un curioso entrecruzamiento de agujas finas de dolomita. La figura 16 muestra más ampliada esta disposición. En la figura 17 se ha obtenido la fotografía de la cara superior de otro banco de dolomía sacarina, que muestra estos relieves, cuyo significado no es fácil descifrar (moldes de bivalvos o de braquiópodos?) porque se desmoronan a poca presión que sobre ellos se ejerza. En la cara inferior de otros estratos de dolomía aparecen gruesos relieves rellenos de magnesita sacarina, referibles al contramolde de pistas o pasos de animales por la superficie del estrato inferior y que fueron rellenos y cubiertos por el material del estrato que le seguía

inmediatamente. Estos relieves de la cara inferior de los estratos son muy semejantes a los de tipo *Münsteria*, ya indicados en mi nota sobre la magnesita del Puerto de Velate (3), y han debido formarse en un régimen idéntico. Todo nos lleva a pensar que la magnesita de Reinosa forma estratos que, intercalados entre otros materiales, se ha constituido en un medio lagunar-marino, por precipitación cristalina directa.

Otros signos sedimentarios de la mina Fontoria son los ripemarks de la cara superior de los bancos de dolomía sacarina y la estratificación entre-

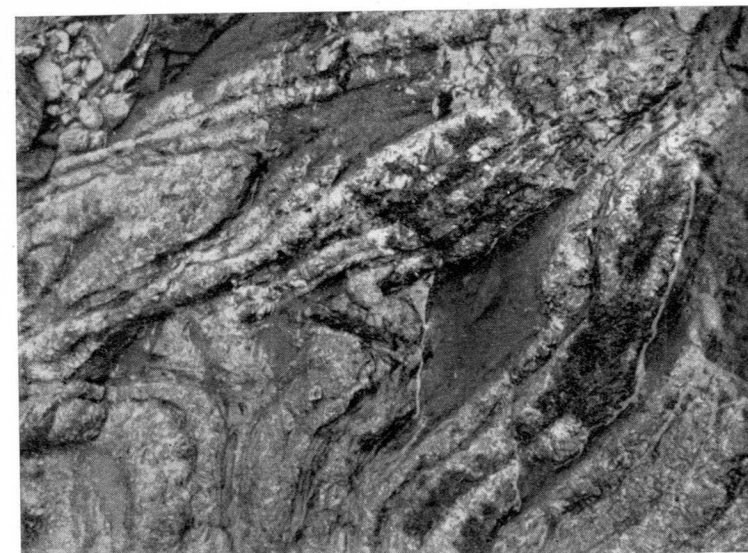


FIG. 12

cruzada (fig. 18) que se aprecia en algunos niveles de esta última. En varios niveles aparecen diseminados pequeños cristales de teruelita, de algunos milímetros de lado, en su mayor parte ya alterados y descompuestos.

OBSERVACIONES EXPERIMENTALES SOBRE LA MAGNESITA

«El simple observador espía la Naturaleza; el experimentador la interroga y la obliga a descubrirse» (Georges Cuvier).

«El experimento no es otra cosa más que una pregunta a la Naturaleza, a la que ésta misma debe responder; una observación bajo determinadas condiciones artificiales» (Ernst Haeckel).

«En el experimento, el investigador establece condiciones artificialmente simplificadas, manteniendo constantes todas las variables, salvo una o dos,

cuya acción aparece entonces tan evidente que puede describirse en forma matemática» (L. Müller, *Das Experiment in der Technischen Geologie*, Leoben, 1952).

Son muchos los problemas que plantea la magnesita sedimentaria y más especialmente el «tipo Asturreta». Bajo este término designo la magnesita que se presenta en estratos constituidos por cristales normales al plano de



FIG. 13

sedimentación y provistos cada uno de aquéllos de una banda negra central. La mayor parte de estos problemas son de orden químico, fuera del dominio geológico, en el que hasta ahora he tratado de mantenerme, lo mismo al exponer las sucesivas observaciones recogidas a lo largo de los años que al replicar a los contradictores. Aunque entretanto han ido apareciendo importantes trabajos de orden químico sobre las condiciones de formación de este mineral, en gran parte favorables a la tesis por nosotros sustentada, venimos dejando para un ensayo ulterior el recoger los argumentos en pro y en contra

de las distintas hipótesis expuestas, limitándonos ahora a exponer algunos de los experimentos que, a nuestro juicio, apoyan la nuestra.

Con cuanto hemos de decir respecto a las observaciones obtenidas en los experimentos «imitativos» de la magnesita no pretendemos, en modo alguno, entrar en las complejas cuestiones de la cristalización en general desde un punto de vista químico o físico, sino que su valor se limita a este tema concreto de la semejanza con la que presenta la magnesita natural. Aunque tal vez no hayamos tenido la suerte de hallarla, no hemos visto hasta ahora una obra que expusiera alguno de todos estos experimentos que aquí describimos y que, según nuestro modo de ver, son de interés físico y químico y acercan a enfocar el problema de la génesis de este mineral. Asimismo, los tratados de Química industrial apenas se detienen en

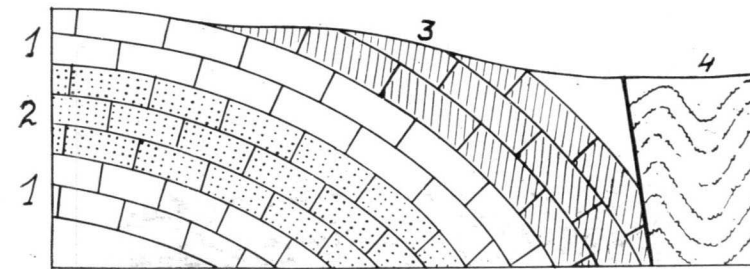


FIG. 14

estos temas. Sin embargo, de su lectura hemos obtenido importantes nociones que nos han sido útiles aquí.

Dos grupos de experimentos distinguimos entre los que venimos realizando: en el primero anotamos los experimentos «imitativos» de la magnesita; en el segundo, los ensayos de formación del carbonato de magnesio y calcio a partir del agua del mar.

En la presente nota nos limitamos a exponer algunos de los experimentos del primer grupo, dejando para un trabajo ulterior la publicación de los experimentos del segundo grupo.

El carácter más sorprendente para mí, al contemplar por primera vez (fines de 1949) la espléndida sucesión de estratos subverticales de la cantera de Asturreta, era la posición de los cristales y la presencia constante de la banda negra central en cada uno de los estratos. Si no cabía duda sobre los caracteres sedimentarios que acompañaban a las series detríticas de tales estratos (intercalación de grauvacas y pizarras fosilíferas, con rizaduras de soliflucción o de riplemarks y conteniendo fragmentos de asterocalamites, crinoideos, braquiópodos, lamelibrancios y goniátites), en cambio, la disposición «filoniana» de los cristales de magnesita me hacía pensar en con-

diciones especiales, que recordaban las clásicas presentaciones de los filones metalíferos hidrotermales o de los tan corrientes de calcita en las masas calizas y de cuarzo en las pizarras y cuarcitas.

Para realizar los experimentos imitativos de este «tipo Asturreta», me sirvo de cubetas de fácil construcción y de escaso precio. En la figura 19 se pueden examinar sus elementos. El corcho aglomerado, de grano fino, cortado en

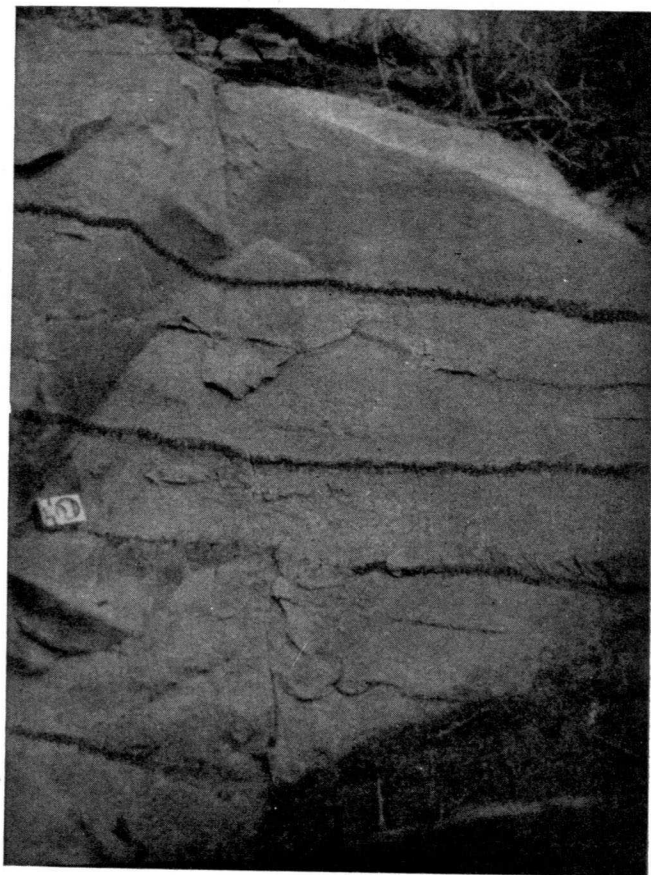


FIG. 15

forma de U, de anchura y altura convenientes, forma cada uno de los segmentos de la cubeta. Puestos varios a continuación unos de otros, se sujetan y comprimen entre dos trozos de luna o de plástico gruesos, que, a su vez, están mantenidos entre dos tablas de madera contrachapeada. Para asegurar el cierre de la cubeta así formada en el contacto entre el corcho y el vidrio o plástico, se interpone entre ambos otro segmento de goma espumosa. Las tablas, atravesadas por seis u ocho agujeros, se mantienen apretadas gracias

a las varillas de latón roscadas que llevan a uno y otro lado sus tuercas correspondientes.

En estas cubetas, una vez realizado el experimento, se pueden desmontar y, en general, conservar, los segmentos que las forman con destino a ulteriores ensayos. Otras veces es necesario cortar de través los segmentos de corcho, lo que es fácil hacer con un serrucho corriente de carpintero. Las

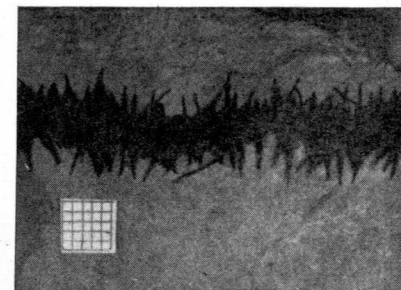


FIG. 16

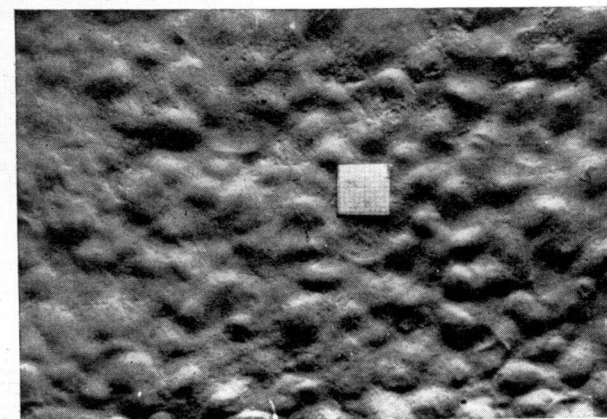


FIG. 17

tapas de luna se conservan casi siempre sin romperse, porque las temperaturas de la cubeta de la cual forman parte, son poco elevadas y se reponen con poco gasto, utilizando retales de luna de espejo o de escaparate. Las planchas de plástico sustituyen a la luna, siempre que tengan también un grosor suficiente para que no se deformen, pero preferimos el uso de esta última.

Como material adecuado para estos experimentos imitativos tenemos en primer lugar las clásicas sales de la Química recreativa, como son el tiosulfato sódico ($S_2O_3Na_2 \cdot 5H_2O$) que en el comercio y en algunas obras

norteamericanas se sigue llamando hiposulfito sódico; el acetato sódico ($\text{CH}_3\text{COONa}, 3\text{H}_2\text{O}$); y el alumbre ordinario ($(\text{SO}_4)_2\text{AlK}, 12\text{H}_2\text{O}$). También hemos ensayado la conducta de muchas otras sales, pero en general resultan inservibles para estos experimentos.

Tanto el tiosulfato como el acetato de sodio tienen para nuestro objeto la interesante propiedad de fundirse en su propia agua de cristalización. El tiosulfato, según Kracek (5) funde a 52° . El acetato, según hemos visto, funde a temperatura más baja. Una vez que se ha fundido la sal puesta al ca-

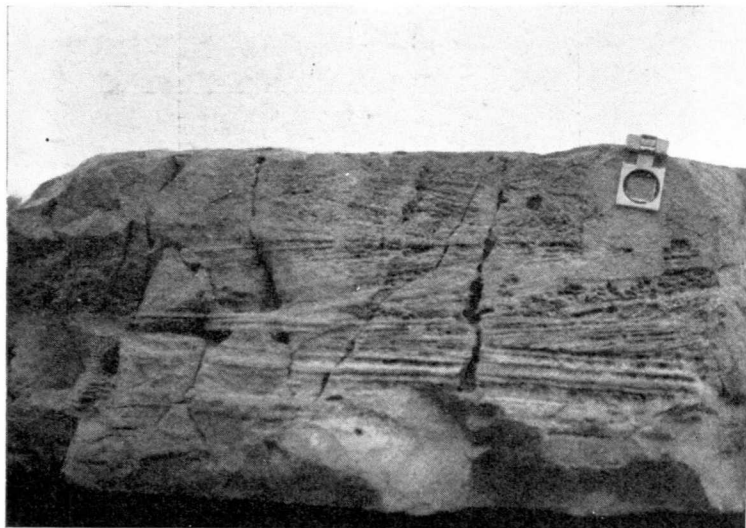


FIG 18

lor en una cacerola de aluminio, se vierte en la cubeta de corcho. Al cabo de pocas horas, tiempo variable con el volumen de sal empleado, la fundición se ha convertido en una masa cristalizada. Quitando las tablas de madera y luna y cortando o rompiendo esta masa, se ve una disposición idéntica a la del tipo Asturreta de la magnesita, que se ha constituido partiendo la cristalización desde el fondo de la cubeta y desde la superficie libre o techo del líquido. Los cristales del fondo suben verticales al encuentro de los del techo, que bajan, también verticales, hasta quedar detenidos en el plano central divisorio, equidistante del fondo y del techo (fig. 20). Se ha originado así un estrato de tiosulfato o de acetato de sodio. La primera de estas sales da cristales gruesos; la segunda, cristales más finos, aciculares, apretados (fig. 21).

De la cantidad de sal empleada depende el espesor del estrato resultante. Hasta ahora nos hemos limitado a experimentar con cubetas pequeñas, de una anchura máxima de unos 30 centímetros, pero nos proponemos utilizar,

más adelante, cubetas de mayores dimensiones, a fin de estudiar si la conducta de la fundición se mantiene o se modifica. Dentro de la misma cubeta, si aumenta el volumen de sal, aumenta, en la misma medida, el espesor del

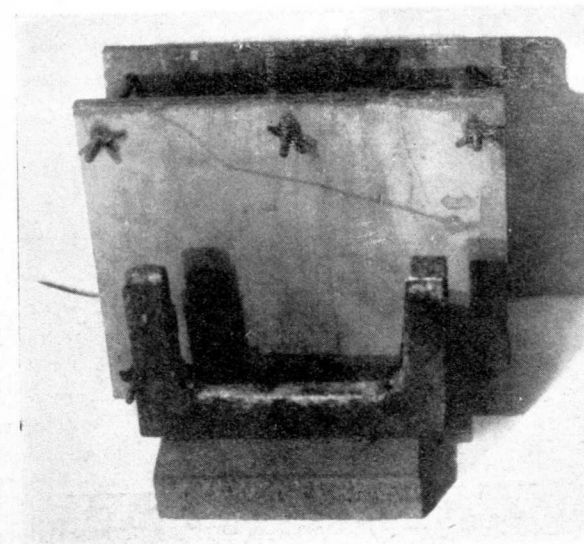


FIG. 19



FIG. 20

estrato cristalino. Si empleamos siempre la misma cantidad de sal, obtendremos igualdad de espesor de los estratos sucesivos, si, a la vez, procuramos conservar iguales las restantes condiciones (temperatura de fusión, velocidad de enfriamiento). Así conseguimos series de estratos con los caracteres del tipo Asturreta. La figura 21 muestra una de estas series, obtenida con el

acetato sódico. La simetría respecto al plano central de cada estrato se reconoce bien. En el acetato sódico, la cara superior se distingue porque conserva las burbujas formadas durante la consolidación de la sal fundida.

La fundición de la sal se mantiene a elevada temperatura durante el tiempo de su cristalización; en un experimento con el tiosulfato hemos observado 45°C al comienzo de la formación de los cristales y 48°C dos horas después, cuando ya apenas quedaba líquido entre las dos filas de apretados prismas. Todavía esta temperatura se conservaba entre 30 y 40° , una vez convertida la masa fundida en cristalina y al quitar las placas de luna se medía aún la de 17° .

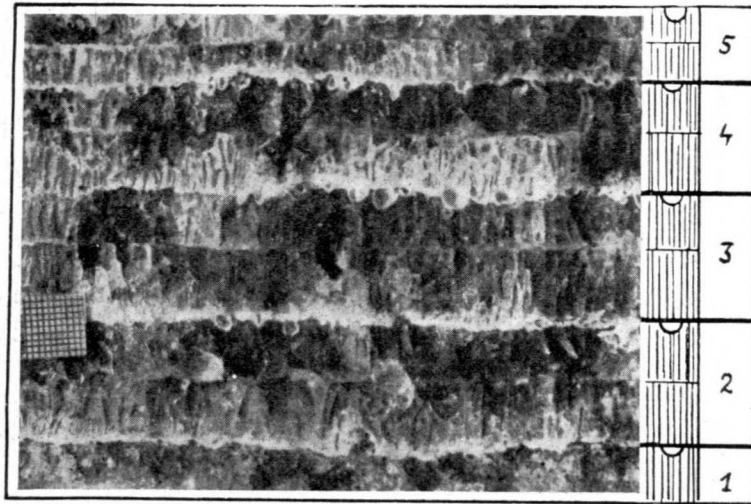


FIG. 21

La figura 22 muestra un fragmento de magnesita de Asturreta. El centímetro cuadrado se halla en medio de la banda negra de materia orgánica que corresponde a un estrato; encima de éste sigue una estrecha banda de menudos cristales desordenados; por último, el estrato superior vuelve a tener la clásica estructura tipo Asturreta. En la figura 23 se ve la cristalización imitativa de este ejemplo obtenida con el tiosulfato sódico (el contorno de los cristales se ha reforzado con lápiz).

La figura 24 muestra otro tipo de cristalización: sobre estratos tipo normal se ha formado una cristalización irradiante, a su vez recubierta por otra de tipo normal.

La figura 25 muestra en esquema una sucesión de capas de tiosulfato fundido y luego cristalizado. Esta serie de diversos tipos de cristales se ha formado en el seno de una sola fundición de tiosulfato sucio, procedente de otros ensayos. La capa 1 está formada por cristales finos, que dan a la masa la

textura sacarina; sigue la capa 2, formada por cristales normales a la superficie cóncava de la capa 1; la capa 3 se halla integrada por agujas finas, de varios milímetros de longitud (6-8) y entrecruzadas. Esta capa 3 nos recuerda la de igual disposición que separa los estratos de la dolomía de Reinoso (figs. 15, 16). Finalmente, la capa 4 está constituida por cristales gruesos de uno a dos centímetros de largo. El líquido madre llena la cavidad restante.

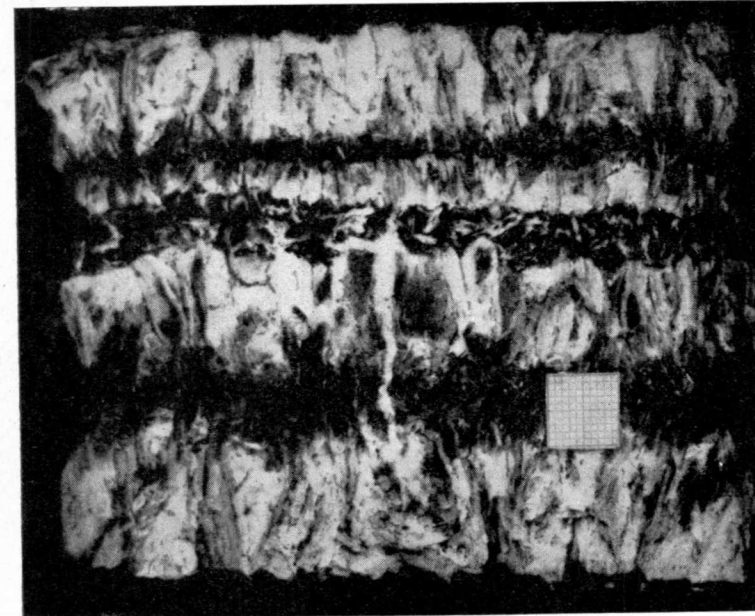


FIG. 22

En la figura 26 tenemos una serie de estratos de acetato, entre los cuales se ha formado un filón, serrando aquéllos y rellenando el hueco resultante con la fundición de la misma sal. Se ve que el filón tiene la misma disposición de cristales finos, apretados, que han crecido desde la pared creada al serrar los estratos, hacia el centro. En este último se han formado menudos granos cristalinos, que rellenan la cavidad. La figura 27 presenta en esquema esta disposición.

FUSIÓN Y SOBRESATURACIÓN

Todos estos experimentos se han hecho fundiendo el acetato o el tiosulfato y dejando enfriar el líquido resultante. Menos fácilmente se obtienen estas estructuras con las soluciones sobresaturadas. Hasta ahora no me ha

sido posible conseguir las con las del acetato; en cambio, con las del tiosulfato se logran bien, aunque menos definidas y menos fáciles de fotografiar.

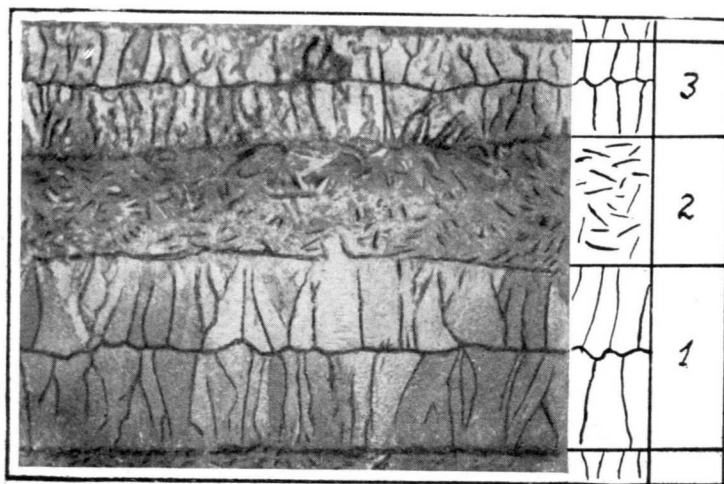


FIG. 23

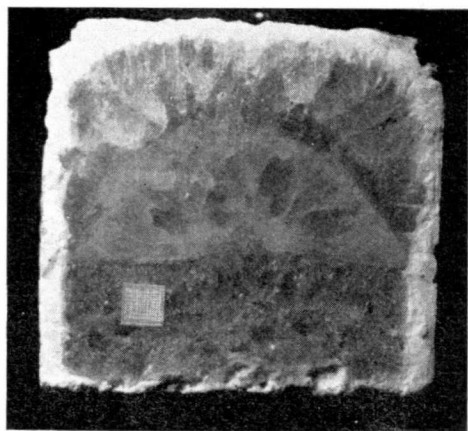


FIG. 24

Todos los ejemplos que aquí figuran con la sal fundida y recristalizada sirven para representar otros con la sobresaturación del tiosulfato.

Es importante acentuar aquí que también se obtienen resultados idénticos con las soluciones sobresaturadas de tiosulfato, sobrando así la objeción: fácil de hacer, del carácter «hidrotermal» de las fundiciones. Si, como suponemos, las lagunas o depresiones litorales donde se originaban la magnesita

y la dolomita, estaban situadas en regiones de clima cálido, tales temperaturas, como se observa en la actuales de la zona tórrida, se alcanzan o quedan sobrepasadas con frecuencia.

EXPERIMENTOS CON CHAPAS DE ALUMINIO

Si empleando siempre la cubeta de corcho aglomerado, sustituimos las tapas de madera y luna por chapas de metal de 5 ó 6 mm. de grueso y

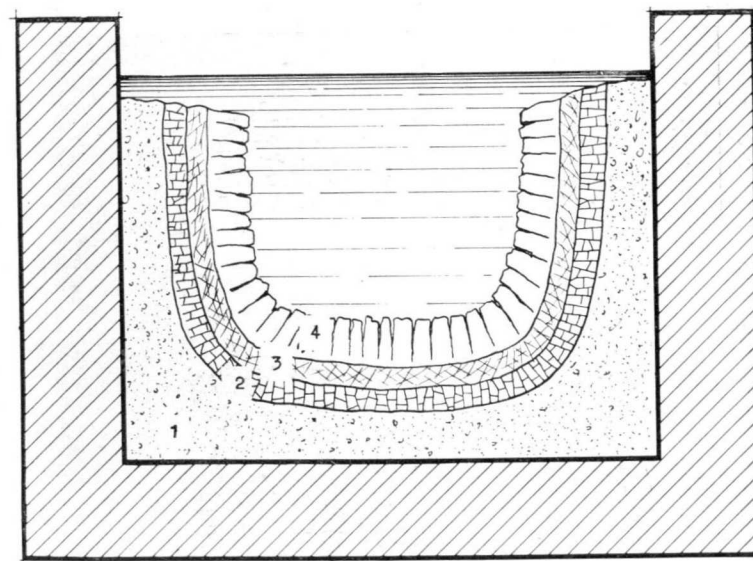


FIG. 25

vertemos en su interior la sal fundida (tiosulfato o acetato sódicos), obtendremos una disposición de cristales finos (acetato) o gruesos (tiosulfato) horizontales, que llenan de abajo arriba el espacio ocupado al principio por la fundición. Estos cristales, según su largura, son perpendiculares a la pared metálica. Lo mismo que en el caso de la cristalización entre tablas de madera y luna, los cristales crecen «isostéricamente» desde las paredes metálicas hacia el centro, son finos al lado del metal y luego adquieren mayor grosor. Se forman así dos series de cristales exactamente iguales de largo y en medio de ellas unas veces queda una estrecha hendidura; otras, se rellena con granos finos o agujas entrecruzadas de la sal. La figura 28 muestra un ejemplo.

Aunque, como repetidamente decimos, no es nuestro propósito extendernos en los problemas, numerosos y complejos de la cristalización de las

sales inorgánicas, tenemos que exponer aquí algunas nociones complementarias.

El «germen» o «núcleo» es el punto de partida del cristal. Por cristalización «isosténica» se entiende cuando los cristales se mantienen geométricamente iguales entre sí mismos durante su crecimiento. En nuestros ensayos se comprueba la exactitud de esta ley, y lo mismo ocurre en la mayor parte de los estratos tipo Asturreta de la magnesita.

«Termotaxia» cristalina es la propiedad de los cristales de reaccionar al calor. En los experimentos entre tablas de madera y luna o plásticos, materiales malos conductores del calor, los cristales crecen isosténicamente en

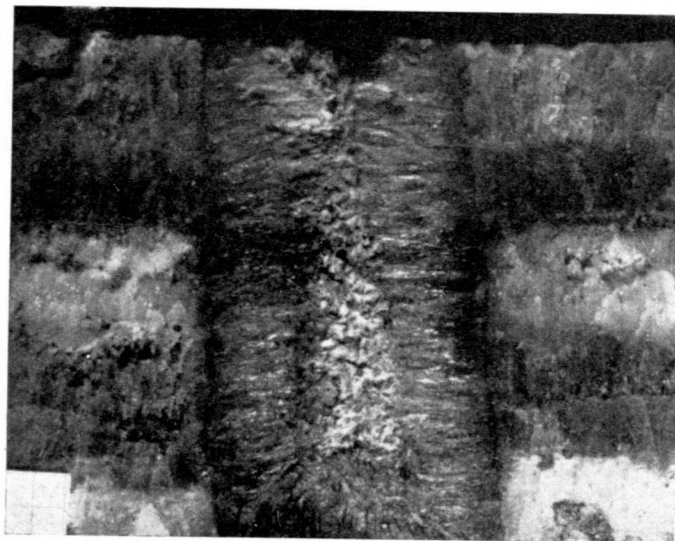


FIG. 26

posición vertical; por el contrario, entre chapas de aluminio, crecen asimismo isosténicamente pero en posición horizontal. Podríamos hablar de «criotaxia» cuando se emplea el metal, buen conductor del calor, como pared de la cubeta. Si, en vez de dejar al aire la cubeta con las tapas de metal, se mete entre hielo fundente, se forma primero una pared de pocos milímetros de espesor, constituida por agujas finas o granos y luego la fila de agujas, que va al encuentro de la originada en la pared de enfrente. La figura 29 muestra el esquema de este ejemplo.

En nuestro caso, la cristalización «criotáxica» no encuentra aplicación porque los estratos tipo Asturreta presentan sus cristales verticales, es decir, normales al plano de sedimentación, cuando se iban constituyendo en el fondo de la laguna, y lo mismo ocurre en los filones, en donde los cristales crecen sobre las paredes perpendicularmente a éstas, hasta encontrarse en el

plano central de simetría; no obstante, hemos realizado diferentes experimentos con el propósito de imitar algunas de las excepciones del tipo más frecuente.

La combinación de una tapa de metal, conductora del calor o del frío, y otra de madera, aisladora, lo mismo en el tiosulfato que en el acetato, da curiosos tipos de cristalización, que, por el momento, no nos interesan. En otro ensayo con el acetato hemos obtenido, adheridas a las chapas metálicas,

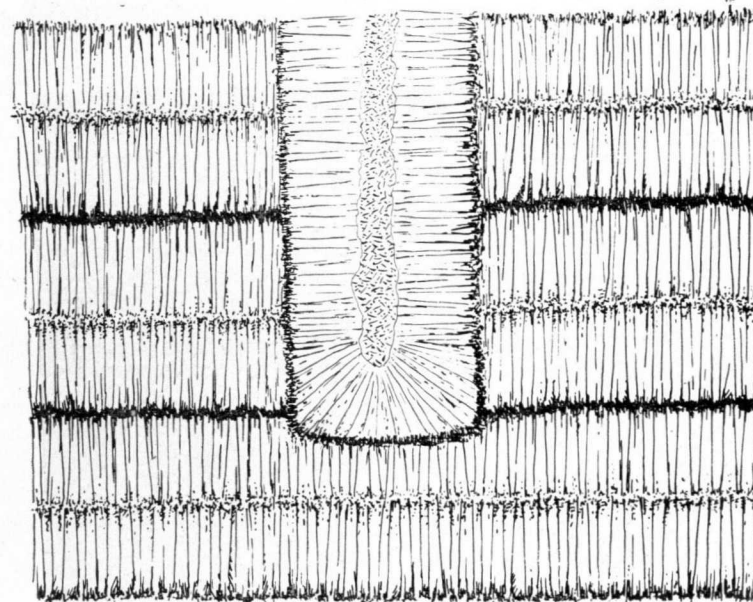


FIG. 27

las «flores de hielo» que de vez en cuando se presentan en la cantera de Asturreta y también en los grandes yacimientos de Austria.

EXPERIMENTOS CON EL ALUMBRE ORDINARIO Y OTRAS SALES

El alumbre cristaliza en el sistema regular: no es muy adecuado, por esta propiedad, para imitar los cristales de magnesita tipo normal Asturreta; como, por el contrario, ocurre con el tiosulfato y el acetato sódicos, monoclinicos; en cambio, hemos conseguido imitar el ejemplo de la figura 8: sobresaturando en exceso la solución puesta entre tablas de madera y luna, se forman cristales menudos que dan la textura sacaroidea, mientras que en el centro queda la solución, en la cual se forman cristales de mayor tamaño.

Si la solución sobresaturada dentro de la cubeta de corcho aglomerado se pone entre chapas de aluminio, el alumbre, a pesar de su tendencia a dar formas cúbicas, cristaliza en agujas horizontales apretadas, de una sección intermedia entre las gruesas del tiosulfato y las finas del acetato. Si la cubeta tiene un ancho suficiente, las agujas horizontales dejan de crecer y entonces se forman otras de crecimiento vertical, yendo las del fondo al encuentro de las del techo.

El carbonato de sodio, en solución sobresaturada, puesto entre las chapas de aluminio da resultados semejantes a los del alumbre: cristales horizonta-



FIG. 28

les normales a aquéllas y otros verticales, que parten de techo y suelo hasta encontrarse en el centro. Puesta la solución sobresaturada entre las tablas de madera y luna, se forman cristales verticales tipo Asturreta.

En la figura 30 se ven los menudos cristales del carbonato sódico y en la figura 31 una sección de la magnesita de Veitsch (Australia). Las figuras 32 y 33 muestran dos ejemplos de entrecruzamiento de cristales de la magnesita de Asturreta.

El nitrato cálcico $((\text{NO}_3)_2\text{Ca}, 4\text{H}_2\text{O})$ funde a la temperatura de $42,3^\circ \text{C}$ (5). Puesto entre chapas de aluminio, cristaliza formando estrellas alrededor de los gérmenes o núcleos. Este tipo estrellado recuerda el que se forma en la magnesita de Asturreta, si bien raramente. Entre tablas de madera y luna, esta sal da cristales verticales pero que se inclinan hacia el centro los de uno y otro lado.

EXPERIMENTOS IMITATIVOS DE LA BANDA NEGRA

Otro carácter sorprendente de la magnesita de Asturreta es la presencia de la banda negra que acompaña a sus estratos. En espera de un análisis minucioso y completo de su composición, nos limitamos aquí a exponer los resul-

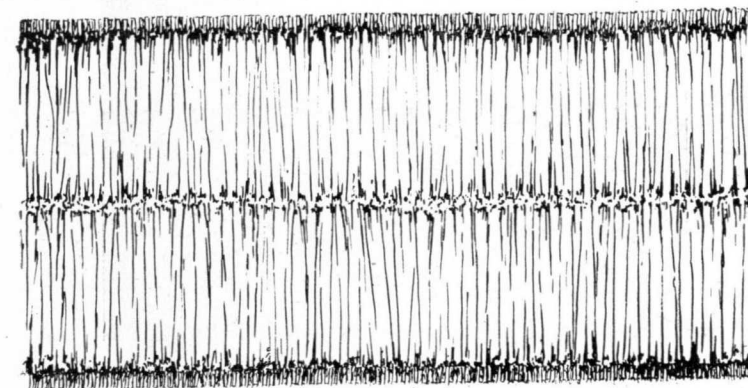


FIG. 29



FIG. 30

tados obtenidos en un ensayo poco detenido. La materia orgánica es la dominante; disuelto el carbonato de magnesio y calcio en ácido clorhídrico en caliente, y recogido el producto negro restante, arde con facilidad al ponerlo en la llama del mechero Bunsen. Con el soplete da la reacción fuerte del hépar, lo que suponemos es debido a la presencia de la pirita. Asimismo da las reacciones del hierro por vía húmeda.

Examinando un estrato típico de magnesita y separando sus dos mitades, se ve que la materia negra se halla en los extremos de los cristales verticales, que se ponen en contacto al encontrarse en el centro los que crecen de abajo arriba con los que crecen en sentido opuesto. Esto nos lleva a suponer que al formarse los cristales, éstos tratan de expulsar las impurezas, las cuales

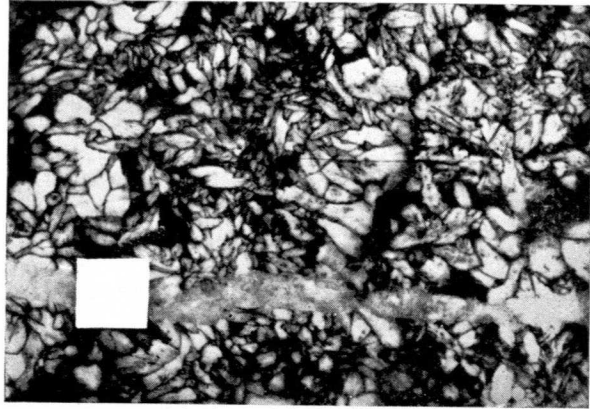


FIG. 31

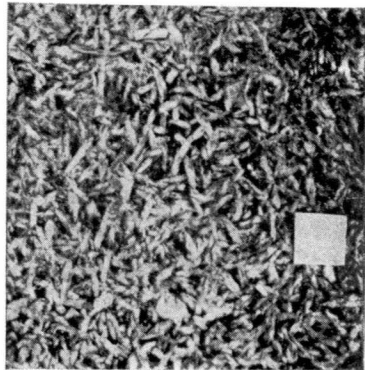


FIG. 32

se acumulan así en la región central de cada estrato. Por excepción, la banda negra no queda siempre en esta región geoméricamente central del estrato.

En los estratos de sedimentación graduada, integrados por menudos granos de dolomita, la materia negra se halla dispersa a modo de cemento, pero se la reconoce también dentro de muchos de ellos, como ya hemos anotado en la figura 1 y foto 5 de (4).

Los resultados imitativos de la banda negra son dudosos hasta ahora.

Hemos ensayado numerosas materias colorantes y diversos productos orgánicos e inorgánicos. Con el cloruro de hierro (Cl_3Fe , $6\text{H}_2\text{O}$), mezclado con la fundición de acetato o de tiosulfato de sodio, ésta se tiñe de un color rojizo poco intenso; al enfriarse y consolidarse lo mismo entre chapas de aluminio que de madera y luna, los estratos formados muestran una mayor concentración de color hacia la mitad de cada una de las dos series de cristales que los constituyen.

Mezclando negro animal con el carbonato sódico, fundido y puesto entre

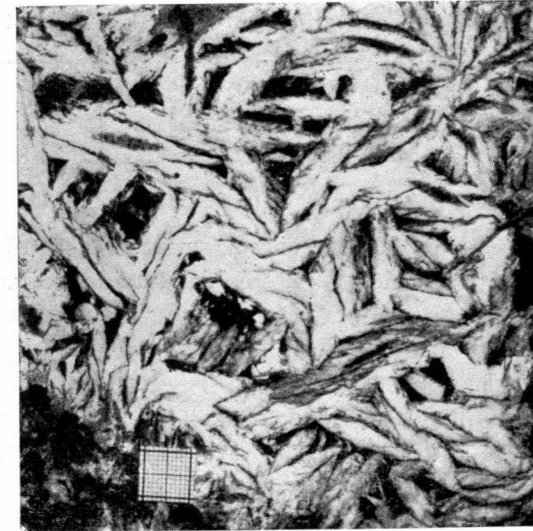


FIG. 33

tablas de madera y luna, se originan cristales tipo Asturreta y la materia negra queda retenida por cada una de las dos series de cristales verticales.

Como conclusión de todas estas aportaciones experimentales aquí expuestas, hemos de decir que, de ningún modo pensamos que la magnesita sedimentaria se haya debido formar necesariamente bajo el mismo mecanismo de estas sales de nuestros ensayos, pero que los resultados obtenidos deben retener la atención y enfocarla hacia un problema apenas planteado cuando dominaba, como dogma intangible, la metasomatosis del carbonato cálcico por el magnésico, como el origen exclusivo de la magnesita espática.

Dejamos para otra ocasión la crítica que puede hacerse desde el punto de vista químico a las hipótesis de las soluciones magnésicas ascendentes desde «grandes profundidades» siempre ignoradas y que en el transcurso de los años, han reemplazado a las teorías ígneas de Arduino y L. de Buch.

APÉNDICE

La nota que antecede forma parte de una conferencia que el autor de ella pronunció en la sesión de la Real Sociedad Española de Historia Natural celebrada en Madrid el 3 de mayo de 1961.

La conferencia, la proyección de diapositivas y la presentación de los experimentos y muestras de magnesita de diversos yacimientos españoles y extranjeros, fueron seguidas de la discusión sostenida entre varios de los presentes. A continuación sigue el resumen de los comentarios expuestos por el Prof. Amorós, seguido de la réplica por parte del autor de la presente nota.

J. L. Amorós.

Los trabajos de G. de Llarena sobre la magnesita de Asturreta y otras localidades han traído a colación el interés del estudio de tales formaciones. Las pruebas estratigráficas aducidas por su autor, claramente indican el origen sedimentario de la magnesita de Asturreta. Sobre este punto es quizá de interés recordar una serie de hechos y referirlos a los datos conocidos sobre la formación de magnesitas y dolomitas.

a) *Formación sedimentaria de magnesitas.*

Es ya conocido que en formaciones lagunares continentales de salinidad media se forman magnesitas y dolomitas. Así, la fracción de carbonatos que se precipita en la bahía de Karabogaz, en el mar Caspio, con una salinidad del 21 al 25 por 100, que representa menos de un 50 por 100 de los sedimentos totales, muestra una alta proporción de CO_3Mg frente al CO_3Ca . Las relaciones halladas son del orden de 1-1,5 por 100 de CO_3Ca frente a un 10 por 100 de CO_3Mg ; 17 por 100 CO_3Ca , 6 por 100 CO_3Mg , siendo la relación $\text{CO}_3\text{Mg}/\text{CO}_3\text{Ca}$ comprendida entre 2,85 y 4,96 según los lugares de la cuenca (*). Estos sedimentos ricos en CO_3Mg forman un estrato superficial de hasta 12 centímetros de espesor, por debajo de los cuales se halla un sedimento rico en CO_3Ca .

En el lago Balkhash ocurre algo semejante. Aquí la salinidad varía de Oeste a Este, al pasar de depósito a depósito en el lago. Las lagunas orientales tienen mayores temperaturas, pH y alcalinidad, y los barros del fondo

contienen mayor cantidad de materiales orgánicos en forma coloidal, más hierro, Mg, Fe y B que las occidentales (**), presentándose magnesita además de dolomita. Estos materiales ricos en Mg pueden alternar con otros ricos en Ca, y que se deben a variaciones seculares de la salinidad de la cuenca. Los niveles pobres en Mg están casi totalmente constituidos por esqueletos de diatomeas y ostrácodos.

CUADRO I

pH contenido de iones en distintas lagunas del lago Balkhash (3)

		En miligramos por litro				
		CO_3^{--}	HCO_3^-	Ca^{++}	Mg^{++}	pH
Oeste.	Estación 1	22.8	270.9	55.7	77.0	8.2
	» 2	20.5	280.5	37.4	74.0	8.3
	» 3	22.2	292.1	37.4	81.9	8.4
	» 4	25.2	334.3	42.2	99.0	8.4
	» 5	48.9	443.8	25.7	164.0	9.0
	» 6	86.6	628.4	17.0	240.0	9.15
	» 7	102.8	683.8	15.1	285.0	9.2
Este.	» 8	122.1	662.8	14.0	289.0	9.15

Según Graf (4), el caso mejor documentado de formación actual de dolomita es el de los lagos efemerales de Australia meridional. Se está formando dolomita en Coorong, un largo y delgado brazo de mar, así como en los lagos Kingston y Howdon North, lagos interdunales con suelos relativamente impermeables en una zona donde el drenaje es casi exclusivamente a través de rocas de duna. El agua tiene en esencia el mismo balance iónico que el agua del mar, pero su salinidad es superior (de 1,1 a 1,5 la del mar). Los lagos se secan en verano, pero la vida renace con cada estación húmeda.

Por lo tanto, la idea de G. de Llarena sobre el origen sedimentario de la magnesita de Asturreta es adecuada. Por otra parte, si no se tuvieran las pruebas actuales del origen sedimentario de la magnesita, las pruebas paleontológicas y estratigráficas son evidentes en los casos citados por este autor.

(**) ZALMANSOY, E. S., «Byull. Moskov. of del Geol.», 26 (1951), 41.

(3) SAPOSHNIKOV, D. G., «Ak. Nauk. SSSR. Inst. Geol. Nauk Trudy», 53 (1951), 207 págs.

(4) D. L. GRAF, op. cit.

(*) STRAKHOV, N. M.: AKD. NAUK. SSSR, «Is. Geol. Sci.», 45 (1951). Citados por D. L. GRAF, Circular 309 Illinois State Geol. Surv. (1960).

b) *Observaciones experimentales.*

En la parte experimental, el Prof. Gómez de Llarrena incluye una serie de interesantes experimentos en los que trata de imitar la formación «estratificada» de los cristales de magnesita. Aun cuando se insiste en que los experimentos sólo son «imitativos» del fenómeno, cabe hacer ciertos comentarios sobre el alcance de los mismos.

No discutiendo el experimento en sí, que puede ser interesante desde el punto de vista de la cinética de la cristalización de soluciones sobresaturadas y enfriamiento de las mismas a partir de dos superficies paralelas, y que, por tanto, merece un estudio más profundo que el simplemente descriptivo, sí cabe discutir su relación con la cristalización observada en la magnesita de Asturreta.

Cristalizaciones más o menos fibrosas extendiéndose a partir de dos superficies paralelas son muy frecuentes en el reino mineral y se originan en condiciones de cristalización muy diversas: el yeso fibroso, la calcita fibrosa, el crisotilo, etc., pueden mostrar este tipo de crecimiento. Por tanto, los experimentos imitativos tienen muy poco valor en relación con la demostración posible de una tesis.

En cuanto se refiere a la experimentación con carbonatos, que parece ser el camino que el autor pretende desarrollar en el futuro, es evidentemente la única solución del problema, si se hace el experimento en condiciones que sean directamente comparables con las ambientales: variación de temperaturas dentro de un rango muy limitado, sobresaturación de las soluciones, salinidad y pH controlados. En este caso el experimento no será imitativo como los que ahora presenta, sino que resultará simplemente demostrativo del hecho natural.

Réplica del autor

Estimo de suma importancia las manifestaciones del Prof. Dr. José Luis Amorós, titular de la Cátedra de Cristalografía y Mineralogía de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid. En sus primeras líneas, el Profesor Amorós admite sin reservas el origen sedimentario de la magnesita de Asturreta, de la cual presenté varias muestras y diapositivas en la sesión aludida. En apoyo de su afirmación expone interesantes datos de la formación actual de este carbonato en el medio lagunar de los lagos rusos Caspio y Balkhash, y de otros de Australia que se suman así a los ya anotados por mí de estas mismas regiones en trabajos anteriores. Recuerda, asimismo, el Sr. Amorós, las pruebas paleontológicas y estratigráficas que tuve ocasión de presentar a los señores consocios, las cuales confirman la tesis puramente se-

dimentaria de la magnesita intercalada entre otros materiales igualmente sedimentarios

En su segunda parte, el Sr. Amorós reconoce el interés de mis experimentos «imitativos» de la formación estratificada de los cristales de magnesita. Si, como señala el Sr. Amorós, tal interés se puede tener en cuenta «desde el punto de vista de la cinética de la cristalización de soluciones sobresaturadas y enfriamiento de las mismas a partir de dos superficies paralelas», estimo que, precisamente, tales experimentos imitativos, que para el Sr. Amorós «tienen muy poco valor en relación con la demostración posible de una tesis» (en este caso la de la formación por proceso semejante de la magnesita cristalizada de Asturreta) son, al contrario, puntos de referencia para concentrar la atención del experimentador o del investigador sobre esta curiosa estructura «filoniana» de los cristales de magnesita, con su simétrica disposición a uno y otro lado de un plano medio y que el experimento reproduce con tanta fidelidad, lo que, en efecto, como anota el Sr. Amorós, tan frecuente es en el reino mineral (yeso fibroso, calcita fibrosa, crisolito, etc.). Es bien cierto que éstos tan sencillos experimentos quedan muy lejos de la realidad y de cuanto podría exigir un químico experimentador y que, por consiguiente, si mis observaciones merecen réplica, fácil les será redactarla a los que la consideren conveniente, pero si, como ya nos dice Cuvier, «el experimento obliga a la Naturaleza a descubrirse» es difícil renunciar a la búsqueda de la verdad, aunque se marche por caminos desconocidos y aún teniendo en cuenta las ásperas discusiones que surgen siempre que se trata del origen de estos tan enigmáticos minerales, como son la caliza, la dolomía y la magnesita.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) DUPUY DE LÔME, E., y MAQUEIRA DE BORBÓN, C. F.: *Los yacimientos de carbonato de magnesita en España*. «Bol. Inst. Geol. de España», tomo XXXIX (NIX de la 2.ª serie), Madrid, 1918.
- (2) GÓMEZ DE LLARENA, J.: *La magnesita sedimentaria de los Pirineos navarros*. «Instituto de Estudios Pirenaicos», Zaragoza, 1952.
- (3) — — *Sobre el origen de la dolomita triásica del Puerto de Velate*. NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INST. GEOL. Y MINERO DE ESPAÑA, núm. 25, Madrid, 1952.
- (4) — — *Nuevas observaciones sobre la magnesita sedimentaria*. «Estudios Geológicos», vol. XV. «Instituto Lucas Mallada», Madrid, 1959.
- (5) KRACEK, F. CH.: *Densities and melting and boiling points of inorganic compounds*. Smithsonian Physical Tables, Washington, 1954.

Recibido el 19-II-1962.

C. GAIBAR-PUERTAS (*)

ESTUDIO GEOLOGICO EN TORNO A UN NUEVO YACIMIENTO DE FLORA SUPRACRETACICA ESPAÑOLA

RESUMEN

Los trabajos de campo efectuados durante el levantamiento de la Hoja número 661, de nuestro Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, nos han proporcionado la satisfacción de descubrir un importante yacimiento de flora cenomanense en la provincia de Cuenca.

La importancia de este hallazgo estriba en la penuria de nuestros conocimientos sobre la flora mesozoica española; hasta el presente, solamente se ha publicado la descripción de un yacimiento wealdense descubierto el año 1903 en la provincia de Logroño y la notificación sobre el descubrimiento, hacia 1955, de un yacimiento supracretáceo en la provincia de Lérida.

En este trabajo son analizados los principales rasgos geológicos regionales con el fin de proceder al encuadramiento del nuevo yacimiento, en el que ha sido obtenida una detallada columna estratigráfica y cronológica a base de datos macropaleontológicos y referencias micropaleontológicas. Luego de ser analizado el desarrollo de la sedimentación son establecidas las consecuencias paleogeográficas.

Por último, se exponen los principales rasgos tectonoestáticos regionales y locales, describiéndose las circunstancias y factores tectogenéticos determinantes de los singulares e interesantes rasgos estructurales presentados por aquella región.

ABSTRACT

The field work carried out during the survey for the núm. 661 sheet of our National Geological Map on a scale of 1:50.000, has awarded us the discovery of an important cenozoic flora site in the province of Cuenca.

The importance of this discovery lies in the fact that little is known about the Mesozoic Flora of Spain; so far, only the description of a Wealdense site, discovered in the province of Logroño, and the report on the discovery of a supracretaceous site in the province of Lerida, which took place about 1955, have been published.

In this work author analyzes the main regional geological features with the purpose of classifying the new site in which a detailed stratigraphic and chronological column, based on macropaleontological data and micropaleontological reference has been obtained.

(*) Investigador Científico en el Instituto «Lucas Mallada», del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

After analyzing the development of the sedimentation, the paleogeographical consequences are established.

Finally, he explains the main regional and local tectonostatic features describing the tectogenetic facts and circumstances which determine the most interesting and characteristic structural features of that region.

I. INTRODUCCIÓN

Nuestro más eminente especialista en Paleontología del Cretácico, el profesor J. R. Bataller, afirma en una de sus más recientes publicaciones (1960), que «de flora del Cretácico superior en España no se conoce casi nada».

En efecto, la bibliografía sobre Geología de España solamente suministra referencias sobre dos yacimientos de flora mesozoica.

A principios de siglo, el maestro nacional don Melchor Vicente descubrió el primero de ellos en Ortigosa de Cameros (Logroño), dando cuenta de su hallazgo en una de sus publicaciones (1903), donde se reconoce, para este yacimiento, una edad probablemente wealdense y se describen dos cortes correspondientes a los dos puntos donde efectuó tales hallazgos.

Para el yacimiento de *Cerezuclos*, describe la siguiente sucesión:

Areniscas blancas o rosadas que, hacia el muro, contienen troncos arbóreos fosilizados, de hasta 30 centímetros de diámetro, que presentan forma cilíndrica y estrías longitudinales.

Arcillas arenosas muy micáceas con abundantes impresiones de troncos y muy ricas en carbón.

Arcillas pardas.

Para el vecino yacimiento de *Los Corcos*, describe la columna siguiente:
0.75 m.—Conglomerado con restos de conchas y de elementos calizos envueltos entre arena desagregada de color violáceo.

2.5 m.—Arenisca arcillosa micácea muy dura y pesada, completamente negra y, generalmente, brillante. Contiene restos vegetales y carbón.

1 m.—Arenisca cuarteada.

1 m.—Arcilla pizarreña parda que contienen *Unio Idubedae* (Wealdense) y otros pequeños moluscos, así como restos vegetales que atribuye a los géneros *Sphenophyllum*, *Sphenopteris*, *Neuropteris*, *Pecopteris* y, hasta *Calamites*.

Añade que la sucesión litológica de ambas columnas se repite muchas veces hacia la cumbre de Mojón Alto, dando lugar a que la serie alcance un espesor total superior a 400 metros. Por último, advierte que, según las localidades en que se la observe, esta serie se apoya sobre el Jurásico, el Lías o el Keuper.

En 1955 aparecieron dos vagas y brevisimas notas de Talens (1955 a) y (1955 b), indicando que Walter Kühne había descubierto en Vallcebre-Tuni,

un yacimiento de vertebrados (restos de dinosaurios, escamas y huevos de peces), invertebrados (moluscos conservando la coloración primitiva) y una interesante flora (abundantes y bien conservadas fructificaciones). Sin embargo, según nuestras referencias, todavía no ha sido publicada por Kühne la descripción de dicho afloramiento supracretácico y de los restos fósiles descubiertos en el mismo.

Por último, recientemente han publicado Depape y Doubinger (1960), los resultados de su estudio de la flora de Ortigosa, entre la que han clasificado:

MUSCÍNEAS: *Hepáticas*: Tallites sp. cf. *Marchantites* sp.

CRIPTOGRAMAS VASCULARES: Filicales:

Cladophlebis brozomiana (Dunker) Seward.

Coniopteris nephrocarpa Bunb.

Coniopteris hymenophylloides Brongn.

Sphenopteris hispanica n. sp.

Sphenopteris (Ruffordia) geoperti Dunker.

Gleichenites, sp.

PRE-FANEROGAMAS: Ginkgoales: *Ginkgoites*, sp.

GIMNOSPERMAS: Cycadofitas:

Zamites, sp. aff. *buchianus*.

Podozamites sp.

Coniferales:

Brachyphyllum obesum Heer.

Brachyphyllum sp.

Sphenolepis kurriana (Dunker) Schenk.

recalcando la preponderancia de helechos y gimnospermas, a lo que añade (página 58): «Aucune trace d'Angiosperme n'a été reconnue jusqu'ici en cette flore de type franchement mésozoïque» que relaciona con floras jurásicas, con otras floras wealdenses y con floras cretácicas más recientes.

Resumiendo, vemos las poderosas razones que asisten al Prof. Bataller para escribir (1960), que «sobre flora del Cretácico superior, en España no se conoce casi nada». Y, esta conclusión, fue la que ha animado nuestro tesón para obtener las máximas precisiones posibles sobre el nuevo yacimiento de flora supracretácica, que tuvimos la fortuna de descubrir.

Desde hace más de un año, venimos efectuando campañas geológicas en

la parte occidental de la provincia de Cuenca donde, por encargo del Instituto Geológico y Minero de España, hemos realizado la cartografía de la Hoja núm. 661 (Villarejo de Fuentes, Cuenca) del Mapa Geológico Oficial de España a la escala 1:50.000.

En uno de los numerosos itinerarios efectuados, durante el verano de 1960 tuvimos la fortuna de describir restos vegetales fósiles en una caliza muy detrítica, de color verde grisáceo y aspecto esquistoso. Dado el carácter de la roca, tales restos aparecen muy fragmentarios e imperfectamente conservados. Sin embargo, nos pareció prudente recoger varias muestras por dos razones esenciales: de una parte se da la circunstancia de que los sedimentos de aquella área suelen contener muy pocos fósiles muy mal conservados, y cuya inmensa mayoría pertenecen al mismo piso: el Cenomanense; por otra parte, teníamos el convencimiento de que, en la bibliografía sobre Geología de España, resultan muy escasas las referencias sobre la flora mesozoica española.

Al finalizar dicha campaña, junto con los restantes fósiles hallados durante la misma, aquellos restos vegetales fueron entregados, para su clasificación, a la Sección de Paleontología del Instituto Geológico y Minero de España.

Fecha el 20 de octubre de 1960 y firmado por don José de la Revilla, oportunamente nos fue remitido el informe oficial, donde se clasifican y datan los fósiles integrantes de dicho lote. Respecto a los restos vegetales hallados en la estación núm. 914 de nuestro levantamiento geológico, el informe no puede ser ni más lacónico ni menos expresivo, pues dice textualmente: «*Restos vegetales, ¿Hercaldense?*».

Aprovechando la campaña efectuada durante la primavera de 1961, volvimos a visitar dicho yacimiento con objeto de insistir en la búsqueda de ejemplares más completos o significativos. Y, si bien es verdad que continuaron siendo muy fragmentarios y mal conservados, los restos vegetales hallados parecían ser más fácilmente determinables que los de la campaña precedente.

El nuevo lote de fósiles también fue entregado, para su clasificación, a la Sección de Paleontología del Instituto Geológico y Minero de España. En esta ocasión se encargó, personalmente, de su clasificación y datado, el Ingeniero de Minas don Indalecio Quintero. En el correspondiente informe, fecha el 17 de junio de 1961, observé la total ausencia de referencias relativas a los restos vegetales lo que, según me aclaró posteriormente el señor Quintero, era simplemente debido a que el mal estado de conservación de dichos restos no permitía, prudentemente, diagnosticar ni tan siquiera el Género.

Ante tal contratiempo, intenté ensayar su clasificación por mis propios medios. Pero solamente pude sacar en limpio la posibilidad de que algunos

de aquellos restos vegetales perteneciesen al Género *Palaeophoenix* (Angiosperma monocotiledónea espadiciflora de la Familia de las Palmáceas).

En vista de ello, aprovechando la nueva campaña efectuada durante el otoño de 1961, visité nuevamente el yacimiento, donde efectué una prospección de carácter más masivo, utilizándose un pico y una gran azada (lámina I, fig. 1), que me deparó la correspondiente compensación, pues me permitió obtener restos mucho más abundantes, variados y mejor conservados.

Junto con los restantes fósiles hallados en esta nueva campaña, fueron entregados a dicha Sección de Paleontología donde, en esta ocasión, fueron clasificados, conjuntamente, por los señores Quintero y Revilla, quienes firmaron el correspondiente informe con fecha 29 de diciembre de 1961.

Por lo que respecta a los restos vegetales, este informe fue mucho más explícito, pues refleja haberse clasificado cuatro especies correspondientes a otros tantos géneros: *Cinnamomum*, *Decalquea*, *Frenelopsis* y *Sphenolepis*, que, prudentemente, son atribuidas al Cretáceo (sin más puntualización).

Lejos de saturar mis anhelos, estos resultados me animaron a continuar progresando —si ello era posible—, en la misma directriz, utilizando, simultáneamente, dos vías diferentes. Por una parte, recordando la importante publicación del Prof. don Carlos Teixeira sobre la Flora Mesozoica Portuguesa, me puse en contacto con este eminente geólogo portugués, quien tuvo la amabilidad de obsequiarme con un ejemplar de dicha obra (1948-1950). Por otra parte, efectué una nueva exploración del yacimiento, que también dió sus frutos al permitirme recoger nuevos materiales que, clasificados conjuntamente por los señores Quintero, Revilla y el autor de estas líneas, nos han permitido evidenciar la presencia de tres nuevos géneros y otras tantas especies.

Consiguientemente, creemos ha llegado el momento oportuno para dar publicidad a los resultados obtenidos.

Pero, antes de ello, quiero cumplir con el grato deber de testimoniar públicamente mi sincera gratitud al Prof. don Carlos Teixeira por su amabilidad al facilitarme nuevas pistas para la clasificación de la flora mesozoica. Y de un modo especial hago constar mi profundo agradecimiento al Ingeniero de Minas don Indalecio Quintero (cuyas conocidas dotes de prudencia y meticulosidad han sido sometidas a una buena prueba con ocasión de la clasificación de estos restos vegetales), así como a don José de la Revilla quien, con su veteranía y habitual entusiasmo, también contribuyó en gran manera a la consecución del objetivo anhelado.

II. PRINCIPALES RASGOS GEOLÓGICOS REGIONALES

El primer bosquejo geológico de la provincia de Cuenca lo debemos a Cortázar (1871) pero, como él mismo afirma (1874, págs. 1 a 4), en dicho bosquejo sólo pretende «descubrir a grandes rasgos la constitución geológica del suelo, representando sus terrenos con generalidad». Sólo en uno de los itinerarios efectuados, pasó Cortázar por nuestra Hoja atravesándola, en una longitud próxima a diez kilómetros, por su ángulo NW.; es decir, desde Almonacid del Marquesado a Puebla de Almenara, desde donde se dirigió hacia Villamayor de Santiago (enclavado ya en la Hoja número 660).

En consecuencia, no son de extrañar las imprecisiones que se observan en el mapa de Cortázar sobre las edades y límites de los terrenos geológicos que afloran en nuestra Hoja, así como sobre sus rasgos estructurales.

Por el contrario, sí que es extraño y lamentable que las ideas imprecisas de aquel bosquejo geológico y su correspondiente traducción cartográfica, hayan subsistido hasta 1954; es decir, *durante ochenta y tres años!*

Los geólogos alemanes G. Richter y R. Teichmüller trabajaron en la Cordillera Ibérica y en su satélite: la Sierra de Altomira, dando cuenta de sus observaciones e interpretaciones en una Memoria (1933). Pero, sus itinerarios, cartografía y cortes geológicos transversales a la Sierra, en una longitud de sesenta kilómetros, quedaron detenidos unos diez kilómetros al N. del borde septentrional de nuestra Hoja.

Con vistas a la investigación de estructuras posiblemente petrolíferas, la *Empresa Nacional «Adaro»* y la *Comisión de Investigaciones Petrolíferas «Valdebro»*, encomendaron una rápida exploración geológica de una parte de las provincias de Guadalajara, Ciudad Real y Cuenca, a los geólogos Bowers (G.), Ford (R.), García-Fuente (S.), Martínez Peña (I.) y Ríos (José María), quienes redactaron un informe o memoria que quedó inédito (1954).

Gracias a una publicación posterior de Gavala y Ríos (1955), hemos podido conocer parte de dichas observaciones geológicas, en las que se encuadra la extensión superficial ocupada por nuestra Hoja núm. 661, según se colige de la cartografía y los cortes geológicos que publican en este trabajo.

Los datos publicados por Gavala y Ríos se complementan con los publicados al año siguiente por Martínez Peña (1956) que, como se ha visto precedentemente, fue otro de los comisionados para efectuar aquel reconocimiento geológico regional.

Estas investigaciones evidencian claramente que, en la región estudiada, existe una serie de estructuras aproximadamente paralelas y muy alargadas

en una dirección próxima a la definida entre N. 20° W. y S. 20° E., en las que afloran las formaciones secundarias (Lias y Cretácico) y terciarias (Paleógeno), tal como refleja el corte geológico, publicado por Gavala y Ríos, desde Quintanar de la Orden (W.) hasta Cuenca (E.), atravesando nuestra Hoja por Hontanaya y Villarejo de Fuentes.

Estos geólogos advierten que, hacia el W., las estructuras presentan caracteres muy peculiares: «son, en general, muy largas y estrechas, de flancos muy empinados, casi verticales o verticales y a veces desplomados. Los techos son prácticamente horizontal-ondulados. Los bordes están constituidos muchas veces por un agudo doblez, otras por agudos repliegues muy estrechos que complican notablemente la traza superficial de los contactos. A veces están separados por amplias y tendidas depresiones rellenas de Paleógeno; otras se acumulan en acordeón...».

El espesor de la cobertera mesozoica aumenta gradual y progresivamente desde el W. hacia el E., como se colige de los siguientes datos tomados del citado trabajo de Martínez Peña:

PISOS	REGIONES	
	OCCIDENTAL	ORIENTAL
Senonense-Turonense.....	10-20 m.	180-200 m.
Cenamanense.....	35-55 m.	100 m.
Albense.....	30-40 m.	40-100 m.
Lias.....	40-50 m.	100-120 m.

Así se explica que, como muy bien dicen Gavala y Ríos, hacia el E. «las estructuras se hacen más normales y dan lugar a amplias y tendidas estructuras abovedadas, en las que a veces se aíslan bellísimos domos».

De este modo resulta lógico que, en su mitad occidental, nuestra Hoja número 661 se caracterice por la existencia de una compleja serie de estructuras muy alargadas (en la dirección definida por N. 20° W. y S. 20° E.), que integran dos alargados e ininterrumpidos afloramientos mesozoicos que atraviesan nuestra Hoja en esta dirección.

En realidad, estas complejas estructuras occidentales están constituidas por verdaderos rosarios de pequeñas estructuras, en las que afloran los sedimentos mesozoicos del Cretácico, Jurásico y Liásico, predominando considerablemente los de edad cretácica, cuyos afloramientos constituyen verdaderas orlas en torno a las rocas jurásicas, que solamente afloran en los núcleos de las principales estructuras anticlinales.

La ausencia de relieves y de cursos fluviales importantes impiden el afloramiento

ramiento del Keuper a pesar del, relativamente, reducido espesor presentado por las coberteras jurásica y cretácica. Consiguientemente, no es de extrañar que únicamente hayamos podido localizar el Keuper en dos pequeños afloramientos.

Uno de ellos (muy probable, pero no totalmente identificado), queda situado 4,5 kilómetros al N. del yacimiento de vegetales fósiles y unos 500 metros al E.-NE. de la ermita de San Cristóbal. En este sector aflora uno de los domos jurásico-cretácicos que, casualmente, ha sido hendido por la erosión de un pequeño arroyo que —dirigido de W. a E.—, ha excavado la Cañada de la Longaniza. En el centro de esta Cañada (y del domo) afloran, bajo las calizas jurásicas, unas carniolas que nos recuerdan notablemente a las datadas como retienses al S. de Sigüenza. En dos o tres parajes, el arroyo ha formado verdaderas ollas en las que se observan margas detríticas rojizas y violáceas análogas a las integrantes de las típicas facies del Keuper. Sin embargo, también podría tratarse de acumulaciones locales de margas procedentes de la decalcificación de las citadas carniolas, de las calizas jurásicas y de las calizas que arman en la base del Cenomanense, y se caracterizan por su acentuada coloración rosada-rojiza.

El otro afloramiento de Keuper —totalmente identificado por la presencia de abundantes Jacintos de Compostela—, se encuentra hacia el centro del borde occidental de nuestra Hoja y en el fondo de la Cañada de los Colmenares: es decir, al pie del borde occidental de la Sierra de Almenara. Está constituido por calizas detríticas, blanco-grisáceas, algo margosas, que contienen abundantes Jacintos de Compostela blanco-lechosos, que presentan dos particularidades notables. Por una parte, los extremos superior e inferior de los cristales más desarrollados constituyen, realmente, agregados paralelos de diminutas pirámides y, por otra parte, los macrocristales o agregados (que reproducen la típica forma bipiramidal), presentan una notabilísima cintura o estrechamiento, cuyo diámetro mínimo queda situado al nivel del plano principal de simetría.

Este segundo afloramiento del Keuper reconoce un origen totalmente distinto, pues está relacionado con el incremento de la complejidad tectónica hacia el W. descrito por Gavala y Ríos (1955), Martínez Peña (1956), Fontboté y Riba (1956), etc., y que, como muy bien hacen constar Richter y Teichmüller en el Mapa geológico que acompañan a su trabajo (1933), culmina en la cobijadura entrañada por el borde occidental de la Sierra de Altomira.

Nuestras observaciones a lo largo de la mayor parte de esta Sierra y nuestro estudio detallado de la Sierra de Almenara (borde occidental de nuestra Hoja), nos han permitido colegir que, esta última, constituye la verdadera prolongación estructural (hacia el S.) de la Sierra de Altomira.

En su conjunto, esta alineación montañosa constituye un gran anticli-

nal, a cuyo flanco W. queda adosado otro vasto sinclinal (que, en la Sierra de Almenara, aparece volcado sobre la Meseta) y cuyo flanco inferior (occidental) está afectado por una importante fractura (láminas VII y VIII), que jalona el borde oriental de la Meseta y parece continuar funcionando en nuestros días. En efecto, así parecen evidenciarlo los terremotos registrados en Barajas de Melo durante el mes de octubre de 1860, según Jiménez de Aguilar (1929) y en Anguis-Sayatón-Valdeconcha-Pastrana, durante el mes de diciembre de 1921, según Rey Pastor (1925). Estas cuatro últimas localidades quedan situadas, respectivamente, 1, 3, 5 y 8 kilómetros al W. de la línea de crestas de la Sierra de Altomira.

En este pliegue sinclinal quedan visiblemente implicados, el Terciario, Cretácico y Jurásico. Por esta razón, la mayor importancia presentada por el salto de falla en la Sierra de Almenara, juntamente con el abarrancamiento producido por la Cañada de los Colmenares (que se dirige desde esta Sierra hacia el W.), han motivado el afloramiento de las citadas calizas margoarenosas del Triásico superior.

Digamos, finalmente, que entre los citados rosarios integrados por pequeños eslabones estructurales —generalmente anticlinales—, aparecen los sedimentos terciarios rellenando las alargadas depresiones sinclinales intercaladas entre dichas alineaciones anticlinales.

Estos sedimentos terciarios son de origen continental y no nos han suministrado fósiles, salvo las calizas lacustres que coronan la serie estratigráfica, cuya edad pontiense resulta indudable.

Junto con otros argumentos de índole estratigráfica y tectónica (que serán expuestos detalladamente en la Memoria explicativa de nuestra Hoja), aquella prueba paleontológica nos permite concluir que tales sedimentos terciarios continentales son de edad oligo-miocénica.

III. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y ENCUADRAMIENTO GEOLÓGICO DEL YACIMIENTO

El yacimiento de plantas fósiles en cuestión se halla situado en las inmediaciones del kilómetro 86,6 de la carretera local que va desde Villaescusa de Haro a la carretera de Tarancón a Teruel: es decir, unos 700 m. al S. de Fuentelespino de Haro, pueblo situado hacia la longitud geográfica central y unos 2,5 kilómetros al N. del borde meridional de la Hoja núm. 661 (Villarejo de Fuentes, Cuenca), del Mapa Topográfico Nacional a escala: 1:50.000.

En dicho paraje parte, desde la carretera hacia el N., un camino-atajo que conduce directamente a Fuentelespino de Haro, esquivando la gran curva descrita por la carretera unos 500 metros al S. del pueblo. Siguiendo este camino, el yacimiento de vegetales fósiles se encuentra a cinco metros de la

carretera, en un pequeño talud existente en el borde oriental del camino, donde está emplazado uno de los postes de la línea telefónica de Fuentelespino de Haro (lám. I, fig. 1). Todavía añadiremos que los restos vegetales aparecen concentrados en un horizonte muy delgado (20 a 30 cm.) de la caliza muy detrítica y gris-verdosa, que aflora buzando 25° al N. 68° E.

Ya hemos anotado que a lo largo del borde occidental de nuestra Hoja se extiende la citada Sierra de Almenara entre La Puebla de Almenara (al N.) y la Hontanaya (al S.) y que, ya lo hemos dicho, está constituida por sedimentos esencialmente mesozoicos.

A partir del borde oriental de esta Sierra se extiende, hacia el E. y sensiblemente paralela aquélla, una larga depresión que, presentando una an-

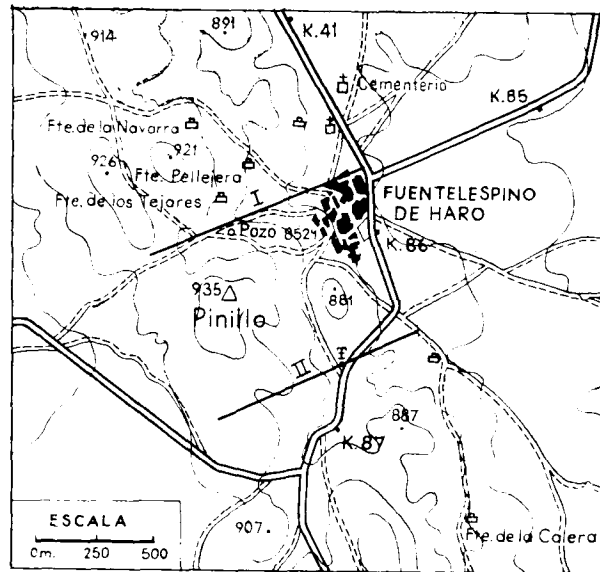


Fig. 1

chura media próxima a los siete kilómetros, aparece colmatada por los sedimentos oligo-miocénicos.

En su borde oriental, esta depresión queda delimitada por el afloramiento de una segunda e ininterrumpida alineación de pequeñas estructuras, esculpidas en el Mesozoico, cerca de cuyo extremo meridional (en nuestra Hoja) y en su borde oriental, es decir, sobre su orla cretácica, queda situado el yacimiento de vegetales fósiles.

Según hemos expuesto precedentemente, desde esta segunda alineación estructural de los materiales mesozoicos surgen, hacia el E., nuevas depresiones colmatadas por sedimentos terciarios y nuevas alineaciones estructurales. Pero estas últimas ya no constituyen afloramientos mesozoicos ininterrumpidos, sino aislados y correspondientes a estructuras cada vez más sencillas o sumergidas en la cobertera oligo-miocénica, en las que se advierte

la sucesiva desaparición (hasta el E.) de las rocas jurásicas y cocretácicas para terminar quedando jalonadas por las calizas senonenses.

Contraria y lógicamente, las rocas miocénicas afloran en extensiones superficiales de magnitudes crecientes hacia el E., terminando por recubrir totalmente las estructuras y materiales mesozoicos.

IV. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA

La posición del yacimiento en la escala estratigráfica ha sido fijada efectuando dos cortes geológicos detallados, orientados perpendicularmente a los ejes estructurales.

Uno de estos cortes (I en la fig. 1) pasa unos 750 metros al N. del yacimiento de flora fósil y aparece representado en la fig. 2.

El segundo corte es paralelo al precedente y pasa por el yacimiento de flora mesozoica (II en la fig. 2), apareciendo representado en la figura 3.

Con los datos obtenidos en ambos cortes, hemos establecido la siguiente columna de litofacies para el Cretáceo:

Horizontes N.º	ESPEORES		DESCRIPCIÓN DE LOS HORIZONTES
	Medios	Extremos	
13	8 m.	—	Caliza detrítica blanda, blanco-grisácea.
12	2 m.	—	Caliza fina y suave al tacto, dura, blanca.
11	3,8 m.	2 y 5,6 m.	Caliza fina, muy suave al tacto, blanco grisácea, blanco-ocrácea o blanco-rosada, en bancos de 10 a 40 cm.
10	11,2 m.	9,5 y 13 m.	Marga arenosa ocrácea.
9	10,8 m.	5,3 y 15 m.	Caliza margosa fina y friable, blanco ocrácea en bancos de 40 a 80 cm.
8	18,9 m.	10 y 40 m.	Arenas margosas incoherentes amarillentas. Contienen nódulos de óxidos y sulfuro de hierro.
7	12 m.	9 y 15 m.	Caliza detrítica, brechoide y orquerosa, rosada, ocrácea, grisácea y localmente, violácea. Bancos de 10-80 cm.
6	6,2 m.	2 y 11 m.	Caliza detrítica verde grisácea esquistosa. Bancos de 2 a 20 cm. Contiene nódulos de óxidos y sulfuro de hierro así como abundantísimos restos de FLORA FOSIL.
5	3 m.	2 y 4 m.	Caliza fina, dura, rosa intenso. Bancos de 10 a 60 cm.
4	3 m.	1,5 y 4 m.	Marga arenosa ocre, semidura.
3	15,5 m.	3 y 28 m.	Arenas amarillentas, o verdosas que contienen nódulos de óxidos y sulfuro de hierro.
2	22 m.	14 y 30 m.	Caliza muy arenosa, blanda, blanco grisácea, ocrácea o amarillenta, en bancos de 30 a 80 cm. Contienen restos vegetales limonitizados con aspecto, densidad y coloración propias de la turba.
1	> 43 m.	—	Arenas amarillas y rojizas que presentan extratificación cruzada y contienen pequeñas lascas de sílex, cantos rodados de cuarzo y cuarcita, y nódulos de óxidos y sulfuro de hierro.

Hemos de recalcar que, salvando pequeños detalles, ambos cortes suministraron la misma sucesión estratigráfica, presentando las variaciones de espesores indicadas en el cuadro precedente.

V. CRONOLOGÍA

Salvo el horizonte núm. 6 (que nos ha proporcionado los restos vegetales), ninguna de estas rocas nos suministró vestigios macropaleontológicos en el ámbito de estos cortes.

Sin embargo, gracias los numerosísimos cortes que hemos efectuado a través de toda la Hoja, hemos llegado a familiarizarnos con las facies litológicas de los diversos tramos u horizontes que, en otros parajes, nos han brindado los requeridos elementos de juicio para poder establecer su edad o suficiente rigor.

Así, por ejemplo, los tramos núms. 1 y 2 corresponden, indudablemente, al Albense que, en esta región, presenta dos tramos perfectamente diferenciados: el inferior, netamente detrítico con facies idénticas a las de las capas de Utrillas, y el superior calcoarenoso que, en parajes muy próximos, nos ha suministrado (además de numerosísimos lamelibranquios inclasificables, esencialmente del tipo *Cardium* y *Cyprina*):

Cardium raulinianum, d'Orb., Albense.
Cardium aff. *constantii*, d'Orb., Albense.
Lucina cf. *vibraycana*, d'Orb., Albense.
Meretrix (Flaccitia) orientalis, Manzour, Vraconiense inferior.
Venus faba?, Sow.
Venus, sp.
Cardium, sp.
Cyprina, sp.
Thetys, sp.
Terebratula, sp.

que nos permiten atribuir el tramo núm. 2 al Vraconiense (probablemente Vraconiense inferior del que es típico el *Meretrix orientalis*).

El tramo núm. 3 es sumamente estéril y, por esta razón, de difícil datado. Sin embargo, podría atribuirse, sin grandes dificultades, a la parte más alta del Albense superior; reparando en su carácter netamente detrítico también parece aconsejar situarlo en la base del Cenomanense. Por estas razones lo consideramos representativo del tránsito Albense superior-Cenomanense inferior.

El tramo núm. 4 es asimismo estéril desde el punto de vista macropaleontológico, pero parece indudable que estos tres metros de margas arenosas deben corresponder al Cenomanense inferior, dado que el tramo núm. 5 (constituido por tres metros de calizas) es, en muchos parajes, sumamente fosilífero y está perfectamente datado con Cenomanense medio-inferior.

El tramo núm. 6 nos ha suministrado la flora entre la que, utilizando la abundante y bella iconografía de las magníficas Memorias de Heer (1881), Saporta (1894) y Teixeira (1948 y 1950), sobre la flora mesozoica portuguesa, han sido identificadas:

Gymnospermas:

GNETÁCEAS.—*Frenelopsis* sp. (lám. II, fig. 1).

Frenelopsis occidentalis, Heer., Cretáceo superior (lám. II, fig. 2).

TAXODIÁCEAS.—*Sphenolcpidium Kurrianum*, Dunk., Cretáceo (lám. III, figuras 2 a, 2 b y 2 c).

Angiospermas dicotiledóneas:

Phyllotaenia, sp. (lám. IV, figs. 1 y 2).

PALMÁCEAS.—*Palaeophoenix Aymardi*, Sap., Cretáceo (lám. III, fig. 1).

Angiospermas dicotiledóneas:

MAGNOLLÁCEAS.—*Magnoliaephyllum palaeocretacicus?*, Sap., Cretáceo superior (lám. V, figs. 1 a y 1 b).

Magnoliaephyllum cf. *lusitanicum* Teix., Cretáceo superior (lám. V, fig. 2).

YUGLANDÁCEAS? }
 RANUNCULÁCEAS? } *Dewalquea lusitanica*, Teix., Cenomanense superior-Senonense (lám. VI, figs. 1a y 1b).
 ARALIÁCEAS? }

LAURÁCEAS.—*Cinnamomum* aff. *brotheri*, Teix., Senonense-Eoceno inferior (lám. VI, fig. 2).

Por otra parte, hemos encargado al Laboratorio de Micropaleontología del Instituto Geológico y Minero de España el estudio micropaleontológico de

una muestra de este horizonte, cuyo informe dice textualmente: «*Roca de aspecto arenoso gris verdoso-claro, con moldes de hojas de Monocotiledóneas. Al microscopio puede verse que toda su masa es un conjunto de granos romboédricos de dolomita, a los que debe su aspecto arenoso. No hay microfósiles visibles. Evidentemente es una dolomía alterada, correspondiente a un ambiente de sedimentación salobre. Edad indeterminada. Posible Cretáceo superior*».

El tramo núm. 7 nos ha suministrado, en lugares relativamente próximos, fósiles marinos que jalonan el tránsito Cenomanense-Turonense; pero, el carácter netamente detrítico del tramo núm. 8, parece aconsejar situarlo en la base del Turonense y, en este caso, el tramo núm. 7 debe situarse en el Cenomanense superior.

El tramo núm. 9 tampoco nos ha proporcionado, en este lugar, restos fósiles, y su estudio micropaleontológico (efectuado en el citado Laboratorio), tampoco nos ha dado mucha luz. En efecto, el informe que nos ha sido remitido sobre estas muestras, dice textualmente: «*Caliza margosa, pardo-ocre-claro, alterada, con finas fisuras. Matriz margoso-caliza con abundantes nódulos margosos y finas esquirlas calizas. Los nódulos parecen de origen vegetal lacustre. Por este detalle podemos situar esta muestra en el Terciario*». Esto parece indicar la presencia de un nuevo régimen regresivo atribuible al Turonense superior.

El tramo núm. 10 presenta un acusado carácter detrítico que permite atribuirlo a la base del Senonense. Esta atribución es corroborada por los resultados del estudio micropaleontológico, efectuado en el citado Laboratorio, sobre unas muestras correspondientes al tramo núm. 11 y cuyo informe, dice textualmente: «*Caliza microcristalina gris-pardo-claro con depósito negro, bituminoso en la fisuras. Matriz caliza de grano fino, con algunos restos borrosos de Equinodermos y Moluscos y fracturas rellenas de calcita. Senonense medio o superior*».

Los dos metros de caliza integrantes del tramo núm. 12 presentan una facies litológica sensiblemente idéntica a la del tramo núm. 11, lo que revela la clara continuidad sedimentaria. Por consiguiente, parece indudable su inclusión en el Senonense medio a superior, aun cuando no nos haya suministrado pruebas paleontológicas concluyentes.

Por último, el tramo 13 (que también es muy estéril desde el punto de vista paleontológico), está constituido por calizas mucho más detríticas, algo limosas, que pueden atribuirse al Senonense más alto o, acaso, al Danense.

Resumiendo, podemos establecer la siguiente tabla cronológica y de espesores:

Pisos	Tramos correspondientes	ESPESORES		
		Máximo	Mínimo	Medio
Danense	13?	8 m.	0 m.	4 m.
Senonense	13?-12-11-10	28,6 m.	13,5 m.	21 m.
Turonense	9-8	55 m.	15,3 m.	29,7 m.
Cenomanense	3?-4-5-6-7	48 m.	16,0 m.	21,9 m.
Albense	1-2-3?	> 87 m.	> 58,5 m.	> 72,7 m.

A propósito del espesor del Albense, puntualizaremos que su parte inferior (facies de las capas de Utrillas), solamente aflora en un espesor de 12 metros. Pero, con motivo del ahondamiento realizado (durante el verano pasado) en el pozo desde el cual se ha efectuado la llevada de aguas al pueblo de Haro, se ha llegado hasta la profundidad de 31 m., sin que se haya alcanzado el muro de las facies de Utrillas. Por consiguiente, el espesor mínimo de estas facies es de 43 m. Añadamos que dicho pozo está ubicado unos 500 metros al W. de Fuentelespino de Haro y unos 30 metros al Sur del camino que pasando unos 100 metros al S. de la fuente de los Tejares (ver fig. 1), se dirige hacia la carretera de Fuentelespino a Osa de la Vega. El caudal actual de dicho pozo es de unos 10 litros por minuto.

VI. DESARROLLO DE LA SEDIMENTACIÓN

Tanto las facies litológicas como las paleontológicas descritas revelan la existencia de una indudable alternancia sedimentaria del régimen marino con el continental.

Comenzando por la base de nuestra columna, el nivel 1 denuncia una sedimentación continental desarrollada, en este sector, durante el Albense inferior y medio, en las singulares condiciones climáticas exigidas para la formación de estas típicas facies de las «Capas de Utrillas».

Durante el Albense superior, nuestro sector quedó afectado por la transgresión vraceniense (nivel núm. 2), que remitió en los albores del Cenomanense a juzgar por el carácter fuertemente detrítico presentado por el nivel número 3 que, muy probablemente, entraña la base del Cenomanense.

El nivel núm. 4 (Cenomanense inferior) parece indicar el inicio de nuevo proceso transgresivo, que queda perfectamente definido en el nivel número 5 (Cenomanense medio-inferior) por la abundante fauna marina que contiene.

El nivel núm. 6 suministra los restos de flora mesozoica que delatan un nuevo retorno a las condiciones sedimentarias continentales, confirmadas por el análisis micropaleontológico, del que se dedujo que esta dolomía alterada corresponde a un ambiente de sedimentación salobre.

Ya hemos anotado que en lugares muy próximos al yacimiento de vegetales fósiles, el nivel número 7 nos ha suministrado fósiles marinos de edad Cenomanense-Turonense, que delatan una nueva oscilación transgresiva.

El nivel número 8 (atribuido a la base del Turonense) presenta carácter sumamente detrítico, hasta el punto de hacerlo fácilmente confundible con las facies de Utrillas. Consecuentemente, delata un régimen regresivo, que debió continuar durante la sedimentación del nivel núm. 9 a juzgar por los resultados del estudio micropaleontológico de estas rocas, en las que aparecen «nódulos margosos que parecen de origen vegetal lacustre». Teniendo en cuenta las facies litológicas presentadas por el nivel núm. 10 (atribuido a la base del Senonense), parece ser que el régimen regresivo subsistió, en este sector, durante todo el Turonense y prosiguió en los albores del Senonense.

P I S O S	REGIMEN SEDIMENTARIO	OSCILACIONES DEL NIVEL OCEANICO
DANENSE..... { inferior	Continental	Regresiva
SENONENSE.... { superior { medio { inferior	Marino	Transgresiva
TURONENSE... { superior { medio { inferior	Continental Marino	Regresiva Transgresiva
CENOMANENSE. { superior { medio { inferior	Continental Marino Continental	Regresiva Transgresiva Regresiva
ALBENSE..... { superior { medio { inferior	Marino Continental	Transgresiva Regresiva

El nivel número 11 es muy pobre en macrofósiles, pero su estudio micropaleontológico reveló la presencia de restos borrosos de Equinodermos y Moluscos, que permiten colegir un origen marino y, por ende, la presen-

cia de una nueva oscilación transgresiva que debió proseguir durante la sedimentación del nivel número 12, habida cuenta de la continuidad de facies litológicas presentadas por ambos horizontes. Así pues, se registra una transgresión durante el Senonense medio y superior.

Por último, el nivel número 13 parece acusar un régimen regresivo atribuible a los últimos tiempos senonenses o a los albores del Danense.

Resumiendo, la evolución presentada por las facies litológicas y paleontológicas nos permite establecer, para este sector, las fluctuaciones del nivel oceánico indicadas en el cuadro precedente, deladoras de una lógica serie de microciclos o pulsaciones *dentro de una tendencia transgresiva general*, que se extiende desde el Albense superior hasta el Senonense superior; es decir, desde que finalizó el depósito de las facies de Utrillas, hasta el final de los tiempos mesozoicos.

VII. CONSECUENCIAS PALEOGEOGRÁFICAS

En sus rasgos esenciales, este desarrollo sedimentario encuadra perfectamente dentro de los rasgos generales atisbados, por los investigadores precedentes, para el borde oriental de la Meseta.

Sin embargo, nuestro trabajo permite efectuar algunas precisiones o retoques de detalle en aquel cuadro general.

En primer lugar, podemos puntualizar que la denominada «transgresión cenomanense» se inició, realmente, en el Vraconiense o Albense superior.

En segundo término, podemos concretar que dicha transgresión subsistió hasta el Senonense superior.

En tercer lugar, podemos precisar que la transgresión en cuestión presentó, cuando menos, cuatro micropulsaciones o microciclos sedimentarios, reflejados por otras tantas alternancias entre sedimentos marinos y continentales. Debemos destacar la recurrencia o extraordinaria similitud que presentan, entre sí, las facies litológicas de los sucesivos microhemisiclos sedimentarios continentales, e incluso de los marinos.

Tanto la naturaleza litológica de los sedimentos continentales (arenas caoliníferas y gredas), como los restos vegetales clasificados (corresponden a plantas similares al bambú, o a grandes árboles del tipo palmera magnolia, etcétera), intuyen la existencia de un clima relativamente cálido con estaciones húmedas.

VIII. TECTONOESTÁTICA

Ya hemos referido los caracteres geométricos generales presentados por las alineaciones estructurales (verdaderos anticlinorios) esculpidas en los afloramientos mesozoicos e integradas por numerosas estructuras locales anticli-

nales, que se relevan longitudinal y lateralmente, cuya longitud máxima suele oscilar entre uno y cinco kilómetros. También hemos indicado que el número y las dimensiones de estos pequeños anticlinales son superiores a las de los sinclinales; es probable que suceda todo lo contrario en los sinclinos intercalados entre aquellos anticlinorios y colmatados por los sedimentos continentales oligo-miocénicos.

Entre estas pléyades de pequeñas estructuras es posible discriminar toda una gama de tipos morfológicos fluctuantes entre las formas muy alargadas y las netamente braquianticlinales o braquisinclinales. Por lo que atañe a la disposición de sus flancos, también existe toda la gama entre la disposición subvertical de ambos, la subvertical o con fuerte buzamiento del flanco occidental correspondiéndole un flanco oriental con buzamiento muy inferior (pliegue del molino de Jabalera, observado y dibujado por Cortázar (1874) en la Sierra de Buendía), hasta la disposición poco inclinada, o tendida, hacia el E., de ambos flancos. En general, son muy escasos los buzamientos hacia el W. y, por esta razón, aquella gama comprende desde los pliegues con flancos verticales (lámina I, fig. 2), hasta los pliegues vergentes, en cascada, hacia el W. Finalmente, por lo que respecta a quebrantamientos de estos pliegues, también hemos observado toda la gama imaginable entre ligerísimas delaminaciones de sus flancos y verdaderas fallas inversas que, buzando hacia el E., determinan el cabalgamiento de los flancos orientales sobre los occidentales.

En el dominio de nuestra Hoja, la complejidad estructural es mínima en la mitad oriental, donde emergen bellos domos mesozoicos (y oligo-miocénicos) entre los materiales miocénicos. Pero, hacia el W. se observa una progresiva disminución de las dimensiones de las estructuras y un progresivo incremento de su número y de su quebrantamiento tectónico, terminando por anastomosarse y constituir las pléyades integrantes de los anticlinorios. Estos últimos constituyen ininterrumpidos afloramientos mesozoicos muy alargados que, aislados por depresiones de análogas características (colmatadas por los sedimentos terciarios), se extienden algunas decenas de kilómetros en la dirección N. 20° W. a S. 20° E.

Recordemos todavía que, entrañando el más meridional de los eslabones morfológicos integrantes de la denominada Sierra de Altomira, en el borde occidental de nuestra Hoja, se integra la Sierra de Almenara. Desde el punto de vista estructural, esta Sierra está constituida por un alargado anticlinal que arma en la ladera oriental de la Sierra, al que se adosa un alargado sinclinal que arma en la misma cresta de la Sierra. Los flancos de ambas estructuras buzan de 15 a 40° hacia el ENE., de donde se colige que, más que vergentes, están volcadas hacia el W.; es decir, sobre la Meseta.

En dicho sinclinal está implicado el Oligo-mioceno que aparece pinzado a lo largo de la mitad septentrional de la actual cresta de la Sierra de Alme-

nara. En uno de sus collados está emplazada (al W. de Puebla de Almenara) la ermita de Nuestra Señora de la Misericordia; unos cien metros al W. de esta ermita existió, a finales del pasado siglo, un tejár donde se explotaba un nivel arcilloso del Terciario, en el que Cortázar (1874, pág. 212), encontró restos de *Hipparion gracile*, Kaup. Este dato podría ser muy interesante en orden a la fijación de la edad del plegamiento.

Añadamos que este último sinclinal está afectado por una importante fractura que, buzando hacia el E. y presentando un salto próximo a los 160 metros, se prolonga a lo largo de la ladera occidental de nuestra Sierra de Almenara, facilitando el descrito afloramiento de Keuper.

A nuestro juicio, este importantísimo accidente es totalmente homologable y, probablemente, contemporáneo del observado y descrito, hace muchos años, en el frente meridional de la Sierra del Guadarrama. Ambas fracturas delimitan, por sus bordes septentrional y oriental, el bloque meseteño hundido bajo la depresión del Tajo.

Para colegir la edad de este accidente disponemos de dos elementos de juicio.

Por una parte, el hallazgo de *Hipparion gracile* efectuado por Cortázar en el núcleo oligo-miocénico del citado sinclinal de la Sierra de Almenara, evidenciaría que el plegamiento fue posterior a la formación de aquel depósito, es decir, que el plegamiento se produjo entre la época en que se depositaron los dimentos implicados en aquel sinclinal y la época en que se depositaron los que se apoyan discordantemente sobre los flancos de las estructuras cretácicas. Consecuentemente, es muy probable que el plegamiento haya acaecido durante el depósito de los sedimentos continentales miocénicos y que, por consiguiente, dicha discordancia sea progresiva.

Por otra parte, es evidente que dicha fractura se produjo posteriormente al plegamiento y, en consecuencia, podemos asignarle una edad Plio-cuaternaria; es decir, similar a la establecida por diversos investigadores para la fractura homóloga del frente meridional del Guadarrama. Incluso parece probable que la fractura de Altomira sea un poco más reciente, teniendo en cuenta que sigue funcionando en nuestros días (terremotos de Barajas de Melo y Sacedón); lo que, ciertamente, no sucede con la fractura del Guadarrama.

Dentro de este cuadro general, el área representada en la fig. 1 pertenece a una de las alineaciones esencialmente anticlinales que, integradas por verdaderos rosarios o cadenas de pequeñas estructuras, se orientan en la dirección N. 20° W. a S. 20° E., atravesando todo el ámbito de nuestra Hoja.

Por consiguiente, nada tiene de particular que, pese a su reducida extensión superficial, en dicha área quede enmarcada una de tales estructuras, cuya longitud no rebasa de 3.500 metros y cuya anchura puede ser colegida de la figura 2.

En esta figura representamos dos cortes geológicos paralelos, transversales a la estructura y que, como puede apreciarse en la figura 1, quedan distanciados unos 750 metros. En ambos cortes hemos caracterizado y numerado convenientemente los trece horizontes litológicos descritos precedentemente.

El corte septentrional (I en las figuras 1 y 2), evidencia la existencia de una fractura que, buzando hacia el E.20°N., permite cabalgar su labio oriental sobre el occidental. Este contacto anormal se observa, con toda nitidez, en el talud septentrional del camino que conduce desde Fuentelespino de Haro hacia el pozo de abastecimiento municipal (fig. 1); debido a su incoherencia, los materiales integrantes del horizonte núm. 3 se han ido desplomando y

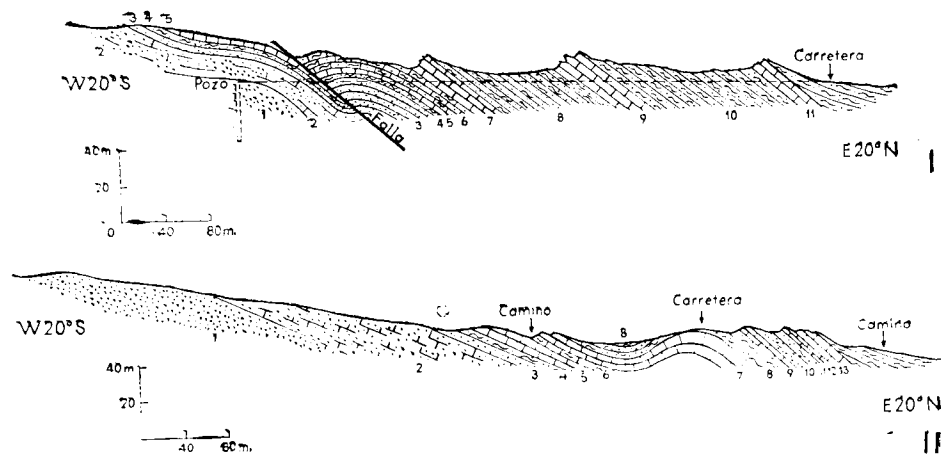


Fig. 2

desapareciendo en la charnela, por lo que existe una amplia cueva o cobertizo que tiene como bóveda los horizontes números 3 y 4, y ha sido utilizado para la instalación de un colmenar.

Por el contrario, el corte meridional (II), revela la existencia de una doble flexión tal como aparece representada en la fig. 2.

En realidad se trata de la misma unidad estructural; las diferencias existentes entre ambos cortes estriban en que, a causa de la mayor intensidad presentada por el empuje orogénico en la parte septentrional de esta pequeña estructura, se intensificó la delaminación de dichos flancos hasta provocar su desgarrar y la pequeña cobijadura, representada en el corte I, cuyo estilo estructural sajónico es bastante frecuente en esta región.

Añadamos que el borde oriental de esta estructura forma parte del borde oriental de la alineación de pequeñas estructuras a que nos hemos referido precedentemente. Por consiguiente, en dicho borde se sumergen las rocas

cretácicas formando una alargada depresión sinclinal, que aparece colmatada por los sedimentos miocénicos.

En este sector, los sedimentos terciarios se apoyan discordantemente sobre los mesozoicos, tal como aparece representado en ambos cortes (figura 2) y debemos advertir que, muy lejos de constituir una anomalía local, la presencia de *tal discordancia angular constituye una ley general* en todo el ámbito ocupado por nuestra Hoja, siendo frecuente que los sedimentos mesozoicos afloren bajo los cenozoicos, buzando en sentido contrario.

Esta discordancia no solamente resulta evidenciada por las diferencias entre los ángulos y los sentidos del buzamiento, pues también es certificada por el hecho de que los sedimentos terciarios se apoyan sobre distintos horizontes supracretáceos según los parajes considerados. En efecto, pese a la pequeña distancia (750 metros) que media entre ellos, nuestros dos cortes geológicos evidencian aquel aserto, puesto que en el corte I los sedimentos terciarios se apoyan discordantemente sobre nuestro horizonte núm. 11 (Senonense medio), mientras que en el corte II lo hacen sobre nuestro horizonte número 13 (Senonense superior-Danense).

Consecuentemente es preciso admitir que, en esta región, existe un importante hiato sedimentario entre el Danense y los sedimentos terciarios suprayacentes.

Resumiendo, en esta región subsiste el fenómeno del relevo (o «relais») observado por Fontboté y Riba (1956) en el área de Mota del Cuervo, situada 19 kilómetros al S. de nuestro sector. Cuando las estructuras eslabonadas presentan mayores dimensiones, también se advierten en el área de nuestra Hoja (lám. I, fig. 2), las particulares características: flancos muy empinados y charnela ancha, roma y ligeramente ondulada, que observan estos geólogos en las estructuras de Mota del Cuervo, y que también habían sido advertidas en el trabajo, a escala regional, publicado por Gavala y Ríos, e incluso en la Memoria de Cortázar sobre la provincia de Cuenca.

IX. TECTOGENESIS

El cuadro de hechos que acabamos de exponer no nos permite confirmar las ideas sobre tectogénesis que —a título de simple hipótesis de trabajo dado que la apoyaron sobre un rápido reconocimiento efectuado en un área inferior a la representada en nuestra figura 1—, expusieron Fontboté y Riba en el mencionado trabajo donde, por cierto, presuponen muy acertadamente la existencia de Keuper y su limitada plasticidad.

En efecto, no es posible admitir que nuestro cuadro tectonoestático pueda ser explicado mediante adaptaciones de la cobertera mesozoica a un zócalo fracturado.

A nuestro juicio, la explicación del origen de dicho cuadro tectonoestático

exige, en primer lugar, la admisión de la existencia real de una compresión o empuje lateral que provino del E. 20° N. La escasa plasticidad del Keuper y, particularmente, la progresiva disminución hacia el W. del espesor presentado por la cobertera mesozoica, también deben entrañar factores determinantes de dicho cuadro.

Guiados por el afán de tratar de encontrar la explicación de este cuadro, vamos a comenzar por establecer un sencillo símil.

Comparemos la sección vertical de esta cobertera mesozoica, adelgazada hacia el W., con la sección vertical del Mediterráneo perpendicular e inmediata a nuestra costa, con lo que tendremos dos secciones deformables y adelgazadas hacia el W.

Comparemos la resistencia opuesta por el fondo oceánico al desplazamiento de las aguas en la plataforma continental, con la resistencia opuesta por el zócalo de la meseta al desplazamiento de la cobertera suprayacente.

Y, finalmente, refiriéndonos a propagación de energía (y no de movimiento) comparemos el empuje orogénico ejercido lateralmente de E. a W. sobre esta cobertera, con el empuje ejercido sobre la superficie marina por un fuerte viento asimismo procedente del E.-NE.

Sabemos perfectamente que, en alta mar, este viento terminará formando ondas cuya altura y longitud dependen exclusivamente de la intensidad y la duración del viento; en alta mar estas ondas u olas suelen tener varios kilómetros de longitud. Tales ondas se desplazarán hacia el W. y, tan pronto como durante este desplazamiento comiencen a experimentar el influjo del rozamiento debido a la resistencia del fondo oceánico, parte de la energía será entretenida por el rozamiento y, en consecuencia, dejarán de ser perfectamente rectilíneas, perderán su paralelismo inicial y comenzarán a presentar inflexiones cóncavas hacia el E. (máxima resistencia) o hacia el W. (resistencia mínima). En el rozamiento influirá considerablemente la topografía de la plataforma submarina inmediata a la costa. Por esta razón, los diminutos relieves presentados por dicha plataforma, sumados a otras causas locales (forma y orientación de la costa, variaciones de salinidad del agua oceánica, etcétera), terminarán por fraccionar más y más aquellas largas ondas procedentes de alta mar, a la par que modificarán su amplitud y frecuencia. A escasa distancia de la costa, estas ondas presentan claramente el fenómeno de «relevo» de depresiones por crestas o lomas; y, al llegar a la línea de costa, rompen y se vuelcan sobre ella.

Pues bien, siguiendo el mismo razonamiento mecánico, resultará que el empuje tectónico ejercido lateralmente sobre una cobertera sedimentaria suficientemente gruesa, determinará la formación de ondas (anticlinales y sinclinales), que pueden alcanzar una longitud de decenas de kilómetros. Y, a medida que vaya surgiendo el influjo del rozamiento, debido a la creciente resistencia opuesta por el zócalo (a consecuencia del progresivo adelgaza-

miento de la cobertera), aumentará progresivamente la frecuencia de las ondas anticlinales y sinclinales, a la vez que se producirán los fenómenos del «relevo» y disminuirá, progresivamente, la longitud y amplitud vertical de estas estructuras; por pequeños que sean, en este fenómeno influirán considerablemente los relieves del zócalo fosilizados por nuestra cobertera mesozoica. Cuando no exista oposición por parte de factores locales, la vergencia de estas ondas también se incrementará progresivamente hacia la Meseta y terminarán volcándose sobre su borde.

La explicación de la diversidad morfológica de las pequeñas estructuras localizadas en las proximidades del borde del zócalo tampoco presenta, a nuestro juicio, dificultades insuperables.

En este sentido, no solamente intervendrán los pequeños accidentes morfológicos que debe presentar el zócalo fosilizado por nuestra cobertera, pues también influirán considerablemente la continuidad o discontinuidad del esfuerzo orogénico; y, en este segundo caso, la equivalencia o discrepancia de la intensidad presentada por los sucesivos impulsos, así como la mayor o menor constancia o divergencia de las direcciones en que fueron ejercidos los sucesivos impulsos.

Todavía debemos invocar un nuevo e importante factor que, indudablemente, condiciona la morfología de tales estructuras; nos referimos al valor y variaciones presentadas por la viscosidad del medio deformable.

En efecto, tanto la salinidad o densidad media presentada por las aguas oceánicas en las inmediaciones de la costa, como la posible estratificación de distintas masas de agua de diferente densidad (a causa de sus distintas temperaturas, salinidades, concentraciones de materiales detríticos en suspensión, microfauna y microflora, etc.), así como la mayor o menor viscosidad o resistencia opuesta por los sedimentos de la plataforma continental, condicionan y pueden modificar considerablemente la morfología de las ondas en paridad de los restantes factores que las condicionan: intensidad, constancia o discontinuidad, dirección, etc., del viento; dimensiones y morfología basal de la sección vertical oceánica; orientación general y contornos locales presentados por la línea de costa; deriva o extensión del mar abierto afectada por el impulso energético, etc.

Paralelamente, las notables variaciones presentadas por el espesor de los diversos horizontes integrantes de nuestra cobertera mesozoica, las importantes discrepancias mostradas por su compacidad o capacidad de deformación, la escasa viscosidad del muro de la cobertera (donde el Keuper tiene un carácter sumamente detrítico) y, en fin, el pequeño espesor de la cobertera y su acuñaamiento hacia el W., permiten prever una gran diversidad de tipos de convergencia o resultantes locales de los distintos factores en juego que, forzosamente, se traducirán en la observada diversidad morfológica de las pequeñas estructuras.

Así, por ejemplo, aquellos pliegues singulares: «flancos muy empinados y charnela ancha, roma y ligeramente ondulada» (según la descripción de Fontboté y Riba (1933) o de secciones trapezoidales verticales con su base mayor en la parte alta (tal como las representa Cortázar (1874), pueden ser condicionados por un mayor espesor o preponderancia presentados localmente por las calizas mesozoicas.

En cuanto respecta a la edad del plegamiento, es preciso discriminar, de acuerdo con Fontboté y Riba, dos etapas muy distanciadas en el tiempo.

La primera de ellas queda reflejada por el hiato sedimentario y la discordancia estructural existente entre las rocas marinas liásicas (y, acaso, de la base del Dogger) y los depósitos continentales albenses. Por consiguiente, tenemos huellas de un plegamiento postliásico y prealbense.

La segunda también queda reflejada por otro hiato sedimentario entre el Senonense alto (o posible Danense) y el Oligo-mioceno continental, así como por las discrepancias del valor —e incluso del sentido— del buzamiento, existentes entre las capas supracretácicas y los depósitos continentales cenozoicos. Y, como quiera que todos estos sedimentos terciarios aparecen afectados por este segundo y principal plegamiento (alpídico), hemos de suponer que la fase principal de esta orogénesis afectó a nuestro sector durante el Mioceno inferior prosiguiendo, probablemente, durante el depósito, sintectónico del Mioceno superior. De este modo, llega a entrecerse una explicación para el carácter progresivo presentado, en algunos sectores, por esta discordancia. Así pues, el plegamiento principal parece atribuible a la primera fase estática del plegamiento nealpídico: es decir, que se produjo poco después que en la Sierra de Albarracín, para la que Riba (1919) lo sitúa entre el Oligoceno superior y el Mioceno inferior.

X. CONCLUSIONES

1.^a La flora mesozoica descubierta ha permitido clasificar: dos especies de gimnospermas pertenecientes a distintas familias; dos géneros (una especie) de angiospermas monocotiledóneas y cuatro especies correspondientes a tres géneros de otras tantas familias de angiospermas dicotiledóneas, cuya posición estratigráfica permite atribuir las al Cenomanense superior.

2.^a La fauna marina descubierta en las calizas detríticas depositadas a continuación de las «capas de Utrillas», nos ha permitido evidenciar la existencia de una transgresión Vraconiense y, por consiguiente, datar el techo de las «facies de Utrillas» que, en el sector considerado, corresponden al Albense inferior y medio.

3.^a Un detallado estudio regional nos ha permitido evidenciar con certeza un nuevo afloramiento de Keuper, situado a cincuenta kilómetros al NE. de

Alcázar de San Juan; es decir, en una región donde, aun cuando se suponía su existencia, no había sido observado.

4.^a Dicho estudio regional nos ha suministrado bastantes elementos de juicio que aconsejan atribuir al Oligo-mioceno los depósitos continentales que se extienden en torno a la Sierra de Almenara (extremo meridional de la alineación de Altomira) y que, en general, se apoyan netamente discordantes sobre diversos horizontes mesozoicos. Esto evidencia un importante hiato sedimentario que, en nuestro sector, se extiende entre un posible Danense y el Oligoceno.

5.^a El estudio de la macrofauna y microfauna procedentes de diversos horizontes de la columna estratigráfica y el análisis del desarrollo sedimentario intuyen la existencia de cuatro microciclos o pulsaciones transgresivo-regresivas, dentro de la tendencia transgresiva general que culminó en el Cenomanense medio.

6.^a Las facies litológicas de los depósitos inherentes a los hemicyclos continentales, así como los restos de macroflora y los datos suministrados por el estudio micropaleontológico sugieren, bastante unánimemente, la existencia de un clima cálido con estaciones húmedas.

7.^a Desde el punto de vista tectonoestático se evidencia la existencia de una importantísima fractura (cuyo salto es de unos 160 metros en la Sierra de Almenara) en el borde occidental de la alineación de Altomira. Este accidente, que jalona el borde oriental de la depresión del Tajo, presenta una importancia similar a la de la conocida fractura del borde meridional de la Sierra de Guadarrama (que jalona el borde septentrional de dicha depresión). Ambos accidentes parecen contemporáneos: pliocuaternarios, debiendo advertirse que la falla de Altomira sigue funcionando en nuestros días a juzgar por los terremotos acaecidos en Barajas de Melo (1860) y Sayatón (1921).

8.^a La Sierra de Almenara, lo mismo que la mayor parte de la alineación de Altomira, está formada por un sinclinal volcado sobre la Meseta (cuyo flanco occidental está afectado por dicha fractura), seguido hacia el E. de un anticlinal netamente vergente hacia la Meseta.

9.^a Al E. de la Sierra de Almenara aparece una larga depresión (de unos siete kilómetros de anchura y colmatada por sedimentos oligo-miocénicos), a la que sigue un anticlinorio integrado por una verdadera pléyade de pequeñas estructuras (que deben, asimismo, presuponerse en los sinclinorios), en las que es posible discriminar toda una gama de tipos morfológicos y quebrantamientos, siendo frecuente que presenten estilo sajónico. Generalmente la orientación de sus flancos fluctúa entre la vertical y débiles buzamientos hacia el E.-NE., en cuyo sentido buzan las fallas inversas que, en algunas de ellas, determinan ligeros cabalgamientos de los flancos orientales sobre los occidentales. En algunos parajes de estos largos anticlinorios (orientados de

N. 20° W. a S. 20° E.), se observan verdaderas cascadas de pliegues vergentes hacia la Meseta.

10. Más hacia el E. emergen, de la cobertera terciaria, aisladas estructuras periclinales, cuyas mayores dimensiones deben relacionarse con el aumento de espesor de la cobertera mesozoica. Aparentemente existe menor complejidad estructural, pero ignoramos lo que sucederá en profundidad.

11. Desde el punto de vista tectonogénico se sugiere una explicación para el origen del cuadro tectonoestático general y para las peculiaridades presentadas por las formas estructurales. En tal explicación se invoca el influjo ejercido por los siguientes factores generales: progresivo adelgazamiento de la cobertera mesozoica hacia el W., y la relativa viscosidad del Keuper (esencialmente detrítico). También son invocados otros factores locales: pequeños accidentes morfológicos que —aun arrasado—, debe presentar el zócalo paleozoico; la mayor o menor continuidad del esfuerzo orogénico; las variaciones de intensidad de los sucesivos impulsos provocados por las propias ondulaciones preexistentes; las rápidas variaciones de espesor mostradas por los horizontes mesozoicos; las importantes discrepancias de rigidez, o capacidad de deformación, existentes entre los sucesivos niveles litológicos, etcétera.

12. La sucesión estratigráfica y el cuadro tectonoestático observados, permiten colegir, con toda nitidez, que las estructuras observadas han sido esculpidas esencialmente en dos fases orogénicas muy distanciadas cronológicamente. La más remota (paleoalpídica) corresponde a los plegamientos neokimméricos y dió lugar a ligeras emersiones (es decir, a la interrupción de la sedimentación marina) traducidas en un hiato sedimentario y el consiguiente proceso erosivo que se extendió desde el Dogger hasta el Albense. Los plegamientos, asimismo paleoalpídicos, de edad larámica (probablemente paleolarámicos) provocaron un nuevo hiato sedimentario que se extendió entre el Danense y el Oligoceno. Finalmente, la fase orogénica que afectó más intensamente a nuestro sector, parece identificarse con la primera fase estática del plegamiento neopalídico (Burdigaliense-Helveciense), dando lugar a la formación de la alineación de Altomira en sus actuales proporciones. Esta compresión originó, en el borde occidental de la cordillera, una importante fractura del zócalo, que se hundió lentamente, iniciando la formación de la fosa tectónica del Tajo; en algunos sectores es fácil reconocer que se trata de una falla inversa, determinante de fijos cabalgamientos marginales del Mesozoico sobre el Mioceno sinorogénico.

BIBLIOGRAFÍA

- BATALLER (J. R.): *Los vertebrados del Cretáceo español*, NOTAS Y COM. DEL INST. GEOL. Y MINERO DE ESPAÑA, núm. 60, pp. 141-164, Madrid, 1960.
- BOWERS (G.), FORD (R.), GARCÍA-FUENTES (S.), MARTÍNEZ PEÑA (I.) y RÍOS (J. M.): *Bosquejo geológico de parte de las provincias de Guadalajara, Ciudad Real y Cuenca a escala 1:200.000. Contribución al conocimiento de la geología de la región manchega*, Madrid, 1954 (Inédito).
- CORTÁZAR (D.): *Itinerarios geológicos por la provincia de Cuenca: manuscrito original de la Memoria*, Comisión del Mapa Geológico de España. Un volumen con 251 páginas y numerosas figuras, Madrid, 1871.
- CORTÁZAR (D.): *Bosquejo de una Descripción Física, Geológica y Agroológica de la provincia de Cuenca*, Mem. de la Comisión del Mapa Geológico de España. Un volumen con 406 págs., 43 figs., 2 láminas y 1 mapa geológico de la provincia, Madrid, 1874.
- DEPAPE (G.) et DOUBINGER (J.): *La fièvre tertiaire d'Ortigosa (Espagne)*, «Anales de la Escuela Técnica de Peritos Agrícolas y de Especialidades Agropecuarias y de los Servicios Técnicos de Agricultura», vol. XIV, pp. 17-76, con 9 figs. y 10 láminas, Barcelona, 1956-1960.
- FONTBOTÉ (J. M.) y RIBA (O.): *Estudio geológico de los alrededores de Mota del Cuervo (Provincia de Cuenca)*, NOT. Y COM. DEL INST. GEOL. Y MIN. DE ESPAÑA, núm. 44, pp. 35-71, con 2 cortes geológicos y 1 bloque-diagrama, Madrid, 1956.
- GAVALA (J.) y RÍOS (J. M.): *Actividades de la Empresa Nacional «Adaro» y la Comisión de Investigaciones Petrolíferas «Aldebro» en la investigación de hidrocarburos*, NOT. Y COM. DEL INST. GEOL. Y MIN. DE ESPAÑA, núm. 38, pp. 121-178, con 18 figs., Madrid, 1955.
- HEER, (O.): *Contributions a la Flore Fossile du Portugal*, «Sect. des Travaux Géologiques du Portugal», XIV, con 51 págs., 1 corte geológico y 28 láminas, Lisbonne, 1881.
- JIMÉNEZ DE AGUILAR (J.): *Sobre el temblor de tierra de Barajas de Melo (Cuenca)*, «Boletín de la Real Soc. Española de Historia Nat.», tomo XXIX, pp. 384-385, Madrid, 1929.
- MARTÍNEZ PEÑA (I.): *El sistema cretáceo sobre la mesa manchega (Cuenca-Ciudad Real-Guadalajara)*, Mem. del Inst. Geol. y Min. de España, tomo LVII, pp. 163-174, con 2 figuras, Madrid, 1956.
- REY PASTOR (A.): *Informe acerca de los fenómenos sísmicos ocurridos en la región de Pastora (Guadalajara) entre el 22 de diciembre de 1921 y el 3 de julio de 1922*, Dirección General del Instituto Geográfico: Servicio Sismológico. Un volumen con 48 págs., 9 figuras y 2 lám., Madrid, 1925.
- RIBA (O.): *Estudio geológico de la Sierra de Albarracín*, un vol. con 283 págs., 37 figuras, 28 fotografías y 1 mapa geológico en color a escala (aprox.) 1:100.000, Madrid, 1959.
- RICHTER (G.) und TEICHMÜLLER (R.): *Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten*, Beiträge zur Geologie der Westlichen Mittelgebirge, núm. 9; Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathem.-Physik Klasse, III Folge, Heft 7, con 109 páginas, 56 figs. y 3 láminas, con mapas, Berlin, 1933.
- SAPORTA (Marqués G. DE): *Flore fossile du Portugal: nouvelles contributions à la Flore Mésozoïque accompagnées d'une Notice Stratigraphique par Paul Choffat*, Direction des Travaux Géologiques du Portugal. Un vol. con 288 págs. y 40 láminas con dibujos, Lisbonne, 1894.

TALENS (J.): *Descubrimiento de Dinosaurios en Tremp (Lérida)*, «Estudios Geológicos», tomo XI, núm. 25, pág. 86, Madrid, 1955 a.

— —: *Exploraciones sobre los Dinosaurios de la Cuenca de Tremp (Lérida)* «Estudios Geológicos», tomo XI, página 456, Madrid, 1955b.

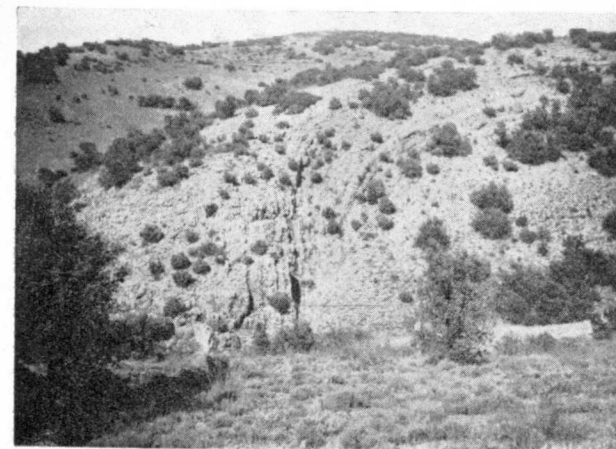
TEIXEIRA (C.): *Flora mesozoica portuguesa*, 2 volúmenes con 150 páginas y 58 láminas, Lisboa, 1948 y 1950.

VICENTE (M.): *Notas geológicas de Ortigosa de Cameros (Logroño)*, «Boletín de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales», tomo II, núm. 5, pp. 127-138 Zaragoza, 1903.

Recibido, 24-II-1962.



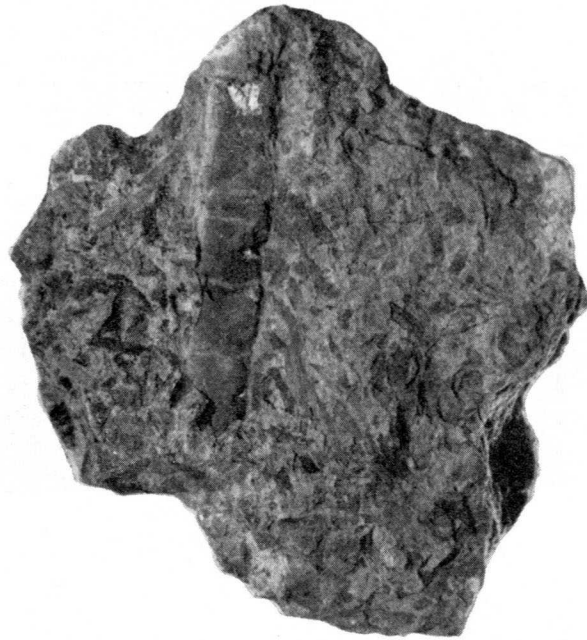
1



2

Fig. 1.—Yacimiento de flora cenomanense de Fuentelespino de Haro.

Fig. 2.—Flanco occidental del anticlinal de La Acíñuela, nueve kilómetros al N.-NW de Fuentelespino de Haro.



1



2

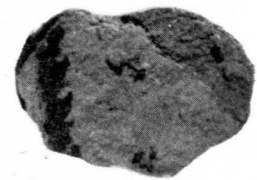
Fig. 1.—Tallo de *Frenclopsis*, sp. ($\times 3/4$), Cretáceo superior.
 Fig. 2.—*Frenclopsis* cf. *occidentalis*, Heer. ($\times 4/5$), Cretáceo superior.



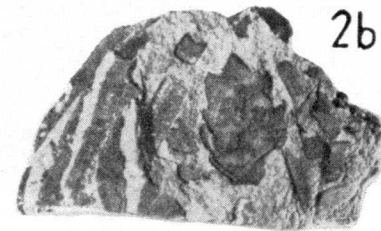
1



2a



2c

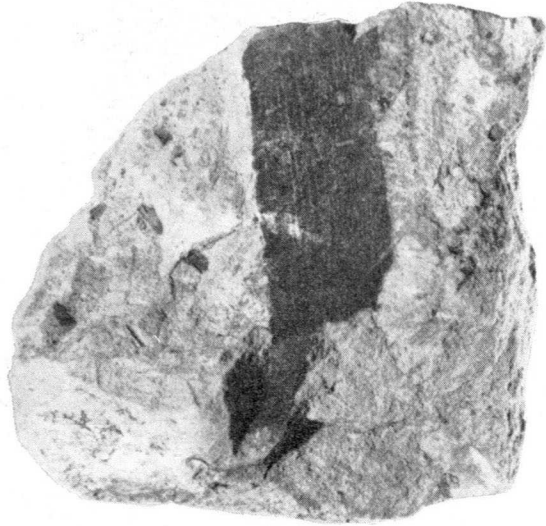


2b

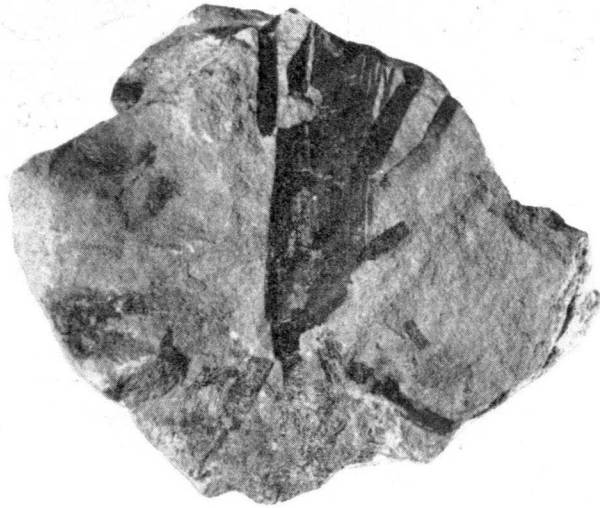
Fig. 1.—Frondas de *Palaeophoenix*, cf. *Aymordi*, Sap., ($\times 9/10$), Cretáceo.
 Fig. 2a.—Fragmentos de ramas de *Sphenolepidium* aff. *Kurrianum*, Dunk ($\times 5/4$), Cretáceo.
 Fig. 2b.—Fragmentos de ramas de *Sphenolepidium* aff. *Kurrianum*, Dunk. ($\times 4/3$), Cretáceo.
 Fig. 2c.—Fragmento de *Sphenolepidium* aff. *Kurrianum*, Dunk. ($\times 6/5$), Cretáceo.



LÁMINA IV



1



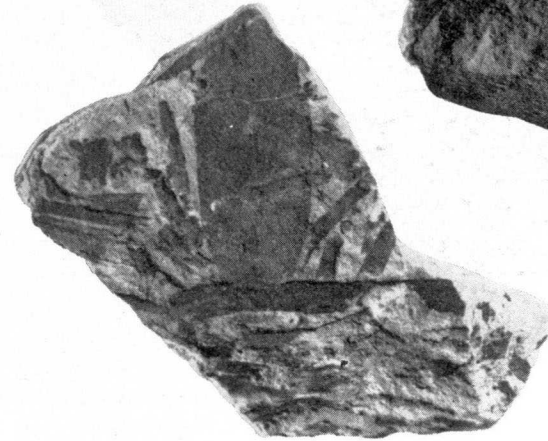
2

Fig. 1.—Fronda de *Phyllotaenia*, sp. ($\times 11/10$).Fig. 2.—Fronda de *Phyllotaenia*, sp. ($\times 1$).

1a

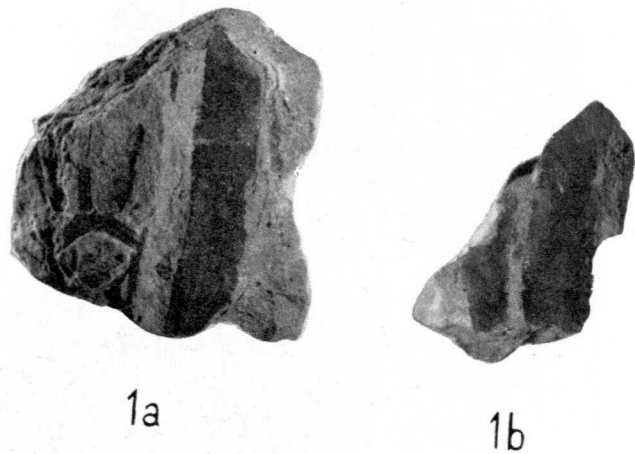


1b



2

Fig. 1a.—Fronda de *Magnoliaephyllum palaeocretacicus?*, Sap. ($\times 9/10$), Cretáceo superior.Fig. 1b.—Fronda de *Magnoliaephyllum palaeocretacicus?*, Sap. ($\times 1$), Cretáceo superior.Fig. 2.—Fronda de *Magnoliaephyllum* cf. *lusitanicum*, Teix. ($\times 1$), Cretáceo superior.



2

Fig. 1a.—Fronda de *Divalquea lusitanica*, Teix. ($\times 9/10$), Cenomanense superior-Senonense.
 Fig. 1b.—Fronda de *Divalquea lusitanica*, Teix. ($\times 9/10$), Cenomanense superior-Senonense.
 Fig. 2.—Frondas de *Cinnamomun* aff. *brotheri*, Teix. ($\times 9/10$), Senonense-Eoceno inferior.

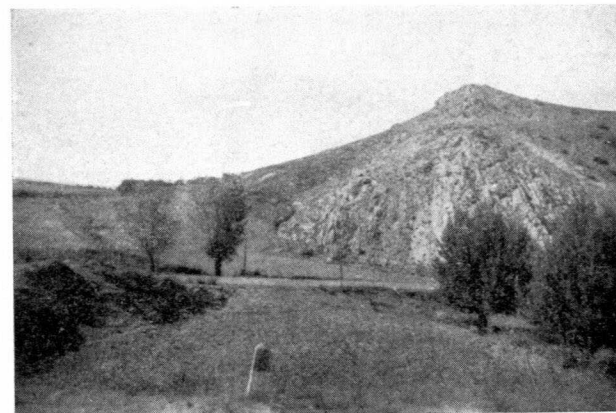


Fig. 1.—Borde occidental de la alineación de Altomira en Huelva. Cabalgamiento del Supracretáceo sobre el Mioceno continental, visto desde el Sur. (Foto Gaibar-Puertas.)

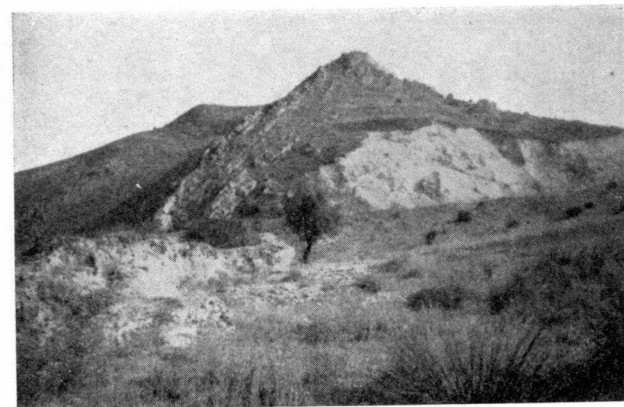


Fig. 2.—Borde occidental de la alineación de Altomira en Huelva. Cabalgamiento del Supracretáceo sobre el Mioceno continental visto desde el Norte (Foto Gaibar-Puertas.)

LÁMINA VIII



Fig. 1.—Borde occidental de la alineación de Altomira en el Estrecho de Paredes (Valle del Riansares). Anticlinal supracretácico seguido —hacia el W.— de un sinclinal cuyo flanco occidental cabalga sobre el Mioceno continental. Vista desde el Sur. (Foto Gaibar-Puertas.)

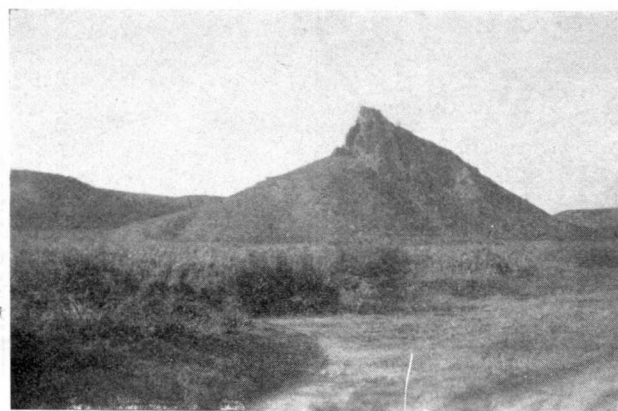


Fig. 2.—Borde occidental de la alineación de Altomira en Barajas de Melo. Supracretáceo subverbal, fallado y ligeramente cabalgado sobre el Terciario continental. Vista desde el Sur. (Foto Gaibar-Puertas.)

B. ESCANDELL y G. COLOM

UNA REVISIÓN DEL NUMMULÍTICO MALLORQUÍN

RESUMEN

Se intenta en este trabajo llevar a cabo una revisión del Nummulítico mallorquín, exponiendo el estado actual de nuestros conocimientos sobre este tema.

En una breve introducción se revisan los datos de los autores anteriores a nosotros, los cuales distinguían un Luteciense completo en Cabrera y un Luteciense superior, más un Auversense-Bartoniense, en el centro de Mallorca, además de un Oligoceno inferior con *N. intermedius*.

Nuestros estudios basados sobre la evolución y la estratigrafía actual de los Nummulites, nos permiten confirmar la presencia del Luteciense completo en Cabrera y superior en el centro de Mallorca, con sus Nummulites de grandes dimensiones. Pero abandonamos los antiguos términos de «Auversense» y de «Bartoniense» reemplazándolos por un único conjunto estratigráfico correspondiente al Eoceno superior, o sea, el Priaboniense mediterráneo, en el cual hemos distinguido tan sólo dos niveles: uno basal, con *N. striatus*, y el otro medio o superior con *N. incrasatus-N. fabiani*.

Todos los pisos del Nummulítico mallorquín son transgresivos y siempre de muy poco espesor. Se trataba de pequeñas transgresiones marinas viniendo siempre del Sur, vacilantes, litorales, a veces muy localizadas, que iban progresando lentamente cada vez más hacia el Norte, pero mezclando a su vez las diferentes tanatocenos de los Nummulites de unos pisos con otros. Este detalle ocasiona una de las mayores dificultades para distinguir con seguridad los diversos niveles estratigráficos. Estas facies transgresivas alternaron con formaciones locales, salobres o de agua dulce, hasta que un régimen lagunar, de mayor extensión e importancia, se instaló sobre el área central de Mallorca durante todo el Sannoisiense. Sobre él llegó, posteriormente, la transgresión oligocena mencionada más arriba. Durante todo el Eoceno no se observan movimientos orogénicos. Estos empezaron después de la transgresión del *N. intermedius*.

RÉSUMÉ

Nous essayons dans ce travail de donner une vue d'ensemble sur le Nummulitique majorquin et au même temps exposer les résultats de nos dernières recherches sur ce sujet.

Dans une courte introduction nous avons révisé les données des auteurs antérieurs à nous, lesquels distinguaient un Lutetien complet à Cabrera et un Lutetien supérieur, plus un Auversien-Barthonien dans le centre de l'île de Majorque, autre encore, d'un Oligocène inférieur avec *N. intermedius*.

Nos études, adaptés aux idées actuelles sur l'évolution des Nummulites et de leur

valor stratigráfico, nos permiten de verificar los datos antiguos relativos a Cabrera et celles concernant aussi le Lutetien supérieur du centre de Majorque avec ses Nummulites de grande taille. Mais nous abandonnons les anciennes mentions d'«Auversien» et de «Barthonien» remplacées par un seul ensemble stratigraphique correspondant à l'Eocène supérieur, c'est à dire, le Priabonien méditerranéen, dans lequel nous distinguons seulement deux niveaux l'un de base, avec *N. striatus*, et l'autre moyen ou supérieur avec le couple *N. incrassatus*-*N. jabiani*.

Tous ces étages du nummulitique majorquin sont transgressifs et de faible épaisseur. C'étaient de petites transgressions marines venant toujours du Sud, littorales, hésitantes, quelque fois très localisés, et, qui, d'une façon très lente, avancèrent vers le Nord. Elles mélangèrent chaque fois les différents ensembles des tanatocénoses nummulitiques d'un étage à l'autre. Et ce détail, bien constaté aujourd'hui, c'est une des grandes difficultés pour l'étude des différents niveaux stratigraphiques. Ces faciès transgressifs alternèrent dans certaines localités avec de formations salobres ou d'eau douce, jusqu'au moment où un régime lagunaire, très étendu, s'installa sur la partie centrale de Majorque pendant tout le Sannoisien. Sur celui-ci arriva plus tard la transgression oligocène mentionné plus haut. Pendant tout l'Eocène on n'observe pas de mouvements orogéniques. Ceux-ci commenceront après la transgression du *N. intermedius*.

SUMMARY

A revision of the Majorcan Nummulitic is attempted and an account given of the present state of our knowledge of the subject.

In a brief review of the data of earlier authors it is seen that they distinguished a complete Lutetian at Cabrera and an Upper Lutetian with an Auversian-Barthonian in the centre of the island of Majorca in addition to a Lower Oligocene with *N. intermedius*.

Our own studies, based on present knowledge of the evolution and stratigraphy of Nummulites, confirm the presence of a complete Lutetian in Cabrera and high in the central region of Majorca, with its large Nummulites. We discard, however, the old terms «Auversian» and «Barthonian» and replace them with a sole stratigraphical ensemble corresponding to the Upper Eocene, that is to say, the Mediterranean Priabonian, in which we distinguish two levels only: one basal, with *N. striatus* and the other lower or middle, with *N. incrassatus*-*N. jabiani*.

All these stages of the Majorcan Nummulitic are transgressive and of slight thickness. They were small marine transgressions, always coming from the south. In their slow advance northwards they mixed together the Nummulite tanatocenosis of different stages, thus creating one of the major difficulties in distinguishing the different stratigraphical levels with certainty.

At certain localities these transgressive faciès alternated with brackish or fresh water formations, until an extensive lacustrine régime was established over the central area of Majorca throughout the Sannoisian. This was covered later by the Oligocene transgression mentioned above. No orogenic movements are observed throughout the Eocene. These began after the *N. intermedius* transgression.

Durante estos últimos años nos ha sido posible reunir una importante documentación sobre el Nummulítico de Mallorca, debido a un intenso estudio geológico de toda la isla. Por tal motivo, los resultados logrados por

nosotros contienen datos mucho más completos que los obtenidos hasta el presente por nuestros antecesores.

El estudio de los Nummulites ha vuelto a ser recobrado gracias a la ayuda que nos ha prestado el Revdo. P. Ruiz de Gaona, especialista bien conocido de este difícil grupo, y al que queremos agradecer desde estas primeras líneas su estimable concurso. En la determinación de bastantes especies de macrofósiles, nos ha prestado también su eficaz colaboración el reverendo D. R. Bataller, Profesor de la Universidad de Barcelona, quedándole por ello muy agradecidos. La clasificación de nuestras Alveolinas ha sido revisada por el Prof. M. Reichel, de la Universidad de Berna, a quien expresamos igualmente nuestro reconocimiento.

Otros fósiles nos han proporcionado datos importantes, como el hallazgo del *Orbitolites complanatus* Lamarck, en la región central, al sur de Sineu y en otras localidades, lo cual viene a demostrar la profunda penetración del mar Luteciense en áreas mucho más internas a las sospechadas hasta el presente.

Al repasar la bibliografía geológica dedicada a los terrenos nummulíticos de la *gran balear*, no trataremos de ser exhaustivos en todos sus puntos para no dar demasiada extensión a estas páginas. Deliberadamente dejamos de lado a todos los autores que no han hecho más que repetir los datos ya sabidos, sin traer ellos nada nuevo, basándose principalmente sobre los trabajos de M. Haime (1853), H. Hermite (1879), B. Darder (1915, 1925), P. Fallot (1922), E. Gómez Lluca (1929) y J. Roselló (1954), es decir, sobre los autores que llevaron a término una labor estratigráfica y paleontológica original en el Nummulítico de Mallorca, y a los que siempre habrá que recurrir cuando se trate de estudiar estos pisos del Terciario.

En las páginas que seguirán, haremos una revisión de los resultados logrados por nuestros antecesores, las conclusiones que de sus estudios se desprenden, los problemas que plantea el Nummulítico mallorquín, y seguidamente los nuevos datos que en este trabajo aportamos.

RESUMEN HISTÓRICO Y PROBLEMAS DEL NUMMULÍTICO MALLORQUÍN

Una de las primeras menciones de Nummulites en Mallorca son debidas al geólogo francés H. Haime (1853), el cual recogió al pie meridional de la Sierra Norte, entre Alaró-Binisalem, *Nummulites intermedia* d'Archiac y *N. planulata* d'Orbigny (in: d'Archiac y Haime, 1853 (*N. planulatus* Lamarck) (1). La última especie es del Luteciense inferior, de modo que si

(1) Las citas de fósiles de los primeros investigadores se mencionan tal como las dieron sus respectivos autores. Sólo entre paréntesis se indicarán algunas rectificaciones.

Haimé recolectó tales materiales en un mismo yacimiento como así parece deducirse de su escrito, tuvo ya en sus manos un primer conjunto de «especies «rodadas» procedentes de diferentes niveles, pues hasta el presente no conocemos al Luteciense en la serie de colinas situadas al pie meridional de la Sierra Norte, en los términos comarcales mencionados por Haimé.

Años más tarde, las minuciosas investigaciones de su compatriota H. Hermite (1879), aportaron un caudal de conocimientos muy valiosos, aún hoy en día utilizables, haciéndoles objeto de las debidas correcciones impuestas por los múltiples trabajos modernos.

Hermite creyó reconocer en Mallorca un Eoceno medio con *Nummulites perforata* d'Orbigny y *N. lucasana* DeFrance, en la región de Artá, al pie de la colina de Nuestra Señora de la Consolación, y en la de Felanitx, cerca de Ca's Concos, recogió nuevamente al *N. perforata* d'Orb., *N. lucasana* DeFr. y al *N. defrancei* d'Archiac.

Recorrió también el archipiélago de Cabrera, y en el valle de la Olla, unas calizas arcillosas, amarillentas, le proporcionaron abundantes Nummulites, entre ellos al *N. perforata* d'Orb., *N. contorta* Desh., *N. lucasana*, DeFr., *N. spira* de Boissay (*Assilina spira* (de Boissy), más la *Assilina exponens-mamillata*. Ante ese conjunto que le revelaba la presencia del Luteciense completo, Hermite se hacía esta pregunta. El Eoceno superior, ¿ha recubierto siempre al Eoceno medio? Y seguidamente escribía (1879, página 210): «No me es posible resolver actualmente de una manera definitiva este problema, pero debo declarar que si en no pocos casos el Eoceno medio está recubierto por el Eoceno superior, existen otros, no obstante, donde el Eoceno superior me parece que descansa directamente sobre terrenos más antiguos». Volveremos más adelante sobre estas dudas de Hermite, tan claramente expresadas hace ochenta años. Sus trabajos en la región de la Sierra Norte le proporcionaron las siguientes especies de Nummulites:

Al Oeste de Alaró, sobre el Cretácico inferior, unas calizas arcillosas, amarillentas, le dieron al *Nummulites ramondi* DeFrance (= *N. globulus* Leymerie). Cerca de la Casa de Baños, entre Alaró-Binisalem, obtuvo al *N. ramondi* (?), juntamente con el *N. striata* d'Orbyng, y reconoció una caliza margosa con manchas blancas, debidas a las innumerables Miliolas que contenía. De ellas extrajo también algunos Nummulites que no especifica.

En los alrededores de Palma, en la localidad de Santa Eulalia, encontró al *N. striata* d'Orbigny y al *N. ruscus*, pero mencionándolos con duda. En la zona central de la isla, en la región de Randa, cerca del precio de Son Fullana, recogió al *N. contorta*, Deshayes, juntamente con un Orbitoides, sp., que no determina; y hacia el Puig de Galdent (Lluchmayor) al *N. contorta* Deshayes, con *N. striata* d'Orbigny, *N. cf. granulosa* Deshayes (= *Assilina granulosa*, Deshayes), *N. ramondi* DeFrance. El Orbitoides mencionado quizás pudiera tratarse del *Orbitolites complanatus* Lmk.; pero

no nos es dable resolver esta duda. En la página 226, escribe: «En los alrededores del afloramiento Neocomiense de Randa se observan calizas amarillas, conteniendo muchos *N. intermedia*, *N. striata*, etc. Sobre ellos vienen conglomerados». Muchos ejemplares de *N. intermedia*, juntamente con *N. striatus* y viniendo sobre ellos lechos con conglomerados, nos induce a considerar a todo ese conjunto como perteneciente a la transgresión del Estampiense superior. Por tal motivo, el *N. striatus* sería aquí «rodado» entre los primeros.

Frente al predio de Son Fullana volvió a encontrar los lechos con *N. intermedia* d'Archiac, a igual que *N. striata* y *Operculina ammonca* Leymerie (esta última especie propia del Luteciense inferior y medio). A ese conjunto lo atribuía al Eoceno superior, pero en el cual se hallan también especies «rodadas» del Luteciense, como las dos últimas citadas.

Con tales elementos, Hermite definía a su «Eoceno superior», añadiendo: «El Eoceno superior está bien caracterizado, principalmente cerca de Son Fullana: allí se encuentran especies características de este horizonte, con *Nummulites intermedia*, con moluscos y equínidos, *Janira michelotti* d'Archiac, *Coelopleurus aquis* Agassiz». Pero al resumir Hermite su trabajo sobre el Nummulítico de Mallorca (pág. 232), anota ya las dificultades que su estudio representa: «L'étude du terrain nummulitique présente... des sérieuses difficultés».

Nuestro compatriota B. Darder, en su primer trabajo de 1915 resume de esta manera sus referencias al Nummulítico: «En Felanitx está representado por calizas lutecienses con *Nummulites perforata*, *N. lucasana*, calizas con *Echinolampus*, *Cerithium*, y Venéridos, que indicarían al Bartoniense y probablemente al Oligoceno». Darder indicó de manera general que el Nummulítico descansa en estas regiones sobre el Neocomiense, anotando igualmente la falta de pudíngas que «se observan en la base del Nummulítico en la Cordillera Norte».

Al igual que en Cabrera, el Luteciense superior de Mallorca posee todos sus términos calizos o de calizas margosas, duras, de tipo muy litoral, con restos de equínidos (*Echinolampus*, según Darder), Gasterópodos (*Cerithium*), y Lamelibranquios (Venéridos). No se observan conglomerados de base. En el yacimiento de Santueri (Felanitx), sobre los lechos que contienen los Nummulites (*N. roulti-perforata*), vienen bancos calizos, conteniendo *Orthophragmina fortisi* (d'Archiac), acompañadas de restos de equínidos como *Eupatagus ornatus*, *E. acuminatus* y de numerosos fragmentos de gasterópodos y bivalvas inclasificables.

El profesor P. Fallot, en su tesis doctoral de 1922 mencionó por primera vez dos formas de Nummulites en la región de Artá, el *Nummulites fabiani* y el *N. incrassatus*, que le revelaban la presencia del Eoceno supe-

rior. En cuanto al *N. intermedia*, demostró que estaba vinculado siempre a la transgresión del Estampiense superior.

B. Darder, en su segundo trabajo de 1925, referente a la zona de Sirén, vuelve a ocuparse de los terrenos cocénicos. En sus primeras páginas, escribe, «Los términos más inferiores del Nummulítico mallorquín están representados en las Sierras de Levante por calizas con *Nummulites aturicus* (= *perforata* Monfort), *N. lucasana*, *N. millecaput* (= *complanata*), especies del Luteciense». «Estos grandes Nummulites se encuentran únicamente en las regiones de Felanitx y de Manacor».

En su página 25 del mismo estudio recuerda que, niveles cocénicos altos aparecen en otras localidades de la isla, señalando que Hermite menciona al *N. striata* y a su «forma alternante» el *N. contortus*, en la zona de Banda. Sobre el Neocomiense de las proximidades de San Juan cita las siguientes especies:

1) Puig de la Consolació (in: Colección J. Roselló). *Nummulites fabiani-subfabiani* Prever, con otras formas de Nummulites en tránsito a *N. intermedia* d'Archiac.

2) Son Roig, ladera Sur del Puig Pinyella, San Juan. *Nummulites incrassatus-subincrassatus* de la Harpe. *Nummulites* con tránsito a *N. miocontortus* Tellini (?) (= *rascus* Joly-Leymerie), del Eoceno superior.

3) Puig Redó, San Juan. *Nummulites fabiani-subfabiani* Prever, *N. incrassatus* de la Harpe, *N. striatus* Bruguière.

4) Serreta des Ca Vas (in: colección J. Roselló), San Juan. *Nummulites incrassatus-subincrassatus* de la Harpe.

5) Son Gurgut, San Juan. *N. striata*, *N. fabiani-subfabiani* Prever y otras formas con paso a *N. intermedia*.

En el Puig de Son Riera, Sirén, menciona únicamente al *Nummulites intermedia*. Tan sólo en la página 30 señala la presencia de una pudinga de base, oligocena, conteniendo guijarros rodados con Nummulites del Eoceno superior (*N. incrassata*, *N. fabiani-subfabiani*, *N. striata*). «Esta fauna nos prueba que los cantos rodados proceden del Eoceno superior antes descrito: además otros cantos son de calizas jurásicas... Su tamaño revela la existencia de elevaciones preoligocénicas de cierta importancia y muy próximas.»

En su tercer trabajo de 1925 (Bull. Soc. Geol. France) referente a las Sierras de Levante, completa B. Darder sus investigaciones sobre la estratigrafía del Nummulítico, observando que: «El Nummulítico de las Sierras de Levante es frecuentemente transgresivo sobre el Neocomiense». Resumiendo sus datos, se obtiene el siguiente resultado:

El Nummulítico más antiguo se refiere al Luteciense inferior representado en la región de Felanitx por el *Nummulites granifer* (H. Douvillé) y el Luteciense superior, en la localidad de Santueri, contiene *N. perforata*, *N. lucasana* y *N. millecaput* (= *complanata*). Sobre estas capas con gruesos

Nummulites vienen las calizas con *Orthoφragmina fortisi* (d'Archiac), bi valvas, juntamente con Equimidos, *Eupatagus ornatus* y *E. acuminatus*.

Darder manifiesta haber reconocido entre estos depósitos zoógenos a representantes de los géneros *Cerithium* cf. *striatum*, *Cyrene* sp., *Cardium* sp., *Ostraca* sp., *Venus* sp., *Pecten* sp., *Lucina* cf. *Menardii*, *Pinna* sp., *Cyprina* sp., *Natica* sp. (muy frecuente), juntamente con restos de briozoos y de melobesias. Añadiendo a continuación (pág. 250, B. S. G. Fr.): «Esta asociación parece indicar una facies costera con episodios salobres de las aguas».

Como ya reveló Darder en la misma página, este tipo de depósitos zoógenos de Santueri no contienen Nummulites: por tal motivo es difícil averiguar si pertenecen ya a la base del Priaboniense. En la región de Artá el equinido *Eupatagus ornatus* coexiste en niveles conteniendo al *N. striata* y *N. contorta*, lo que vendría a suponer, según las ideas actuales, un Luteciense superior muy alto.

En la página 269 del mismo trabajo vuelve a citar, pero de manera más concreta, con mención del afloramiento, al *Nummulites granifer*, dato de importancia para la estratigrafía de Mallorca. «De Felanitx a San Salvador —escribe— en la base de los afloramientos nummulíticos, hay *Nummulites granifer* que delata la presencia del Luteciense inferior». Este dato nos deja bastante perplejos, pues la existencia de la mencionada especie en la región de Felanitx, ni en el mismo archipiélago de Cabrera, no hemos podido verificarla en ninguna de nuestras recolecciones y tememos, en cambio, que las leves diferencias existentes entre esta especie y el *N. perforata* no sean la causa de la mención del *granifer* en la zona de Felanitx, dando con ello la novedad de la existencia del Luteciense inferior en la serie de yacimientos llamados de San Salvador, sin que en ninguno de sus niveles les acompañen otras formas de este tipo, tan frecuentes en el no lejano conjunto de Cabrera. La cita de Darder es algo insólita: no vuelve a repetirla en sus trabajos posteriores, pareciendo no darle este autor, en el trabajo mencionado, toda la importancia que ella se merece. De momento no la aceptamos, pero esperamos que, en trabajos posteriores, podremos confirmarla o negarla de una manera más cierta.

En la zona de Artá, Darder encontró otra vez al *Eupatagus ornatus* en los niveles con *Nummulites contortus-striatus* del Bartoniense. Los lechos con *Eupatagus* de Santueri serían, pues —según NI—, de esta misma edad.

Al N.-E. de Manacor el Luteciense desaparece. El Bartoniense-Ludiense empieza en esta zona con pudingas de base en «Son Sanchos» (Artá), con *Nummulites fabiani-subfabiani* (Prever), *N. striatus* Bruguière, *N. contortus* (Deshayes), *N. incrassatus-subincrassatus*, a igual que en la «Pleta de Son Sureda» (Artá). «En el Puig d'Es Call (Felanitx) —escribe Darder— sobre el Neocomiense, vienen pudingas con guijarros jurásicos, neocomienses, calizas con *N. contortus-striatus*, *N. fabiani*, alternando con margas idénticas a

las del Puig de San Nicolás, permitiendo establecer una edad Bartoniense para ambas formaciones».

En el afloramiento de la Casa de Santueri (Felanitx) menciona al *N. perforata* y en el Puig de Nuestra Señora de la Consolación, término de Artá (1), a las dos especies descubiertas ya por Hermite (*N. perforata* y *lucasana*) Finalmente, cerca del predio de Cas Concos (Felanitx) al *N. defrancei*, y refiriéndose al Luteciense escribió: «Este piso encierra pequeños cantos rodados de cuarzo blanco, indicando la proximidad de una costa con extensos terrenos muy distintos y probablemente más antiguos que los que forman hoy Mallorca».

El Nummulítico de las islas de Cabrera y Conejera, según F. Gómez Llucca (1929) comprende las siguientes especies y niveles:

En el Puerto de Cabrera, hasta la casa de Humberto y la playa del fondo, encuéntrase numerosos afloramientos fosilíferos repletos de Nummulítidos *Nummulites perforatus-roualti* (abundantes), *N. globulus-guettardii*, *Assilina mamillata*, *Discocyclina sp.*, *Operculina sp.*

En la Olla, en el primer horizonte, se encuentran *N. perforatus-roualti*, *N. globulus-guettardii*, y *Operculina sp.* Segundo horizonte, *Assilina exponens-mamillata*, *N. globulus-guettardii*, *Operculina sp.*, y *Discocyclina sp.* En la Cala de Santa Maria se hallan las mismas especies.

En el Coll Roig, primer horizonte, se encuentra la pareja del *N. perforatus-roualti*, también muy abundantes, acompañados de *Assilina exponens-mamillata*. En el segundo horizonte aparece el *N. ataticus-subatacicus* juntamente con una *Discocyclina sp.* Este yacimiento en su conjunto da las siguientes especies:

<i>N. perforatus-roualti</i>	<i>N. globulus-guettardii</i>
<i>N. ataticus-subatacicus</i>	<i>Assilina exponens-mamillata</i>
<i>Operculina sp.</i>	<i>Discocyclina archiaci</i> (Schlumb.).

En la isla de Conejera, F. Gómez Llucca encontró la pareja *N. perforatus-roualti*, deduciendo el mismo autor que «todo el Luteciense está representado». El inferior por *N. ataticus-subatacicus*, *N. globulus-guettardii*. El medio al superior por el *N. perforatus-roualti* y la *Assilina exponens-mamillata*. Pero, de momento, lo que nos parece seguro en la isla de Conejera es la presencia del Luteciense superior.

El señor Roselló en su estudio de 1954 menciona una serie de especies que, con anterioridad a su trabajo, habían sido ya citadas por B. Darder, indicando su procedencia, o sea la colección del señor Roselló. Las localidades de Darder, como las del mismo Roselló, son el Puig de la Consolación y la Serreta des Ca Vas, en el término de San Juan, especificando Roselló con detalle sus respectivos niveles.

(1) En el original Darder pone Artá y debe ser Santany.

Los Nummulites citados por los autores mencionados son los siguientes, dispuestos en el orden estratigráfico que les asignan ellos mismos, pero indicándose aquí algunos de sus sinónimos:

Oligoceno.—*N. intermedius* d'Archiac y *N. fichtelii* Michelotti.

N. ruscus Joly-Leymerie y *N. boucheri* de la Harpe (mencionados siempre con duda).

Eoceno superior (Priaboniense).

N. fabiani-subfabiani Prever.

N. incrassatus-subincrassatus de la Harpe.

N. tournoueri de la Harpe.

N. bouillei de la Harpe.

N. garnieri de la Harpe.

N. variolarius Lamarck.

N. heberti d'Archiac-Haime.

N. prestwichianus R. Jones.

N. chacanesi de la Harpe.

N. contortus Deshayes.

N. beaumonti d'Archiac.

Luteciense.—*N. striatus* Bruguière.

N. perforatus (Montfort) (= *aturicus* Joly-Leymerie).

N. millecaput Boubée (= *complanata* Lmk.).

N. gisehensis (Forskål).

N. globulus Leymerie (= *N. ramondi* Defrance).

N. guettardi d'Archiac.

N. ataticus Leymerie *N. subatacicus* H. Douvillè.

N. planulatus Lamarck.

N. lucasanus Defrance.

N. granifer (H. Douvillè).

Entre las especies mencionadas por los autores más antiguos hay dos, sobre todo, que deberían revisarse con atención. Son el «*Nummulites defrancei*», citada siempre sin nombre de autor, pero que debe de referirse al *N. defrancei* d'Archiac y Haime, 1853 (Descript. A. Foss. Numm. de l'Inde, 1853, pat. 112, figs. 5 y 6). Esta especie es fácil de confundir con *N. perforatus* (Montfort): la otra corresponde al *N. miocontortus* Tellini, considerado actualmente por no pocos autores como sinónimo de *N. ruscus* Joly-Leymerie. Y, finalmente, el *N. rutimeyeri* de la Harpe, que originalmente fué descrito como una simple variedad del *N. bouille* de la Harpe.

El grupo de las Assilinas y Operculinas deberían de estudiarse con cuidado, pues parece existir bastante confusión en sus citas. Así tenemos a la *Assilina spira* de Boissy y *A. exponens-mamillata* Sowerby y d'Archiac, res-

pectivamente, más la *Operculina ammonca* Leymerie. La *O. alpina* H. Douvillè la han mencionado de Mallorca diferentes autores, pero siempre como forma dudosa. Nosotros podemos afirmar ahora su presencia, aunque siempre escasa, en los niveles priabonienses. Ejemplares bien típicos proceden del Puig de Galdent (al N. de Lluchmayor). (Lám. 14, núm. 1). En cambio, en la mina «San José», del término de Felanitx, los mismos niveles priabonienses contienen la variedad *multiseptata* Silvestri, de la misma especie. (Lám. 14, núms. 2 y 3).

No hemos podido recemprnder el estudio de los Nummulites recogidos por nuestros antecesores. Desperdigados en colecciones particulares o en Universidades ertranjeras, su revisión nos hubiese sido muy útil para aclarar determinadas citas; pero lograrlo implica actualmente no pocas dificultades. Por otro lado, las determinaciones de Hermite nos parecen exactas e igual confianza nos merecen las de B. Darder, P. Fallot y J. Roselló, cuyos materiales fueron casi siempre revisados por el profesor Doncieux, de la Universidad de Lyon, famoso especialista en su tiempo. Los de nuestro compatriota Dr. Gómez Lluca son también excelentes.

No obstante, en determinados casos no han coincidido con las nuestras. Así por ejemplo, entre los grandes Nummulites del Luteciense, Hermite y Darder mencionan a las especies de fuerte talla, muy aplanada, como *N. complanata* y *N. millecaput*, consideradas ambas como sinónimas. Nosotros, entre este tipo de especies y edad, sólo hemos podido reconocer al *N. brogniarti*, representado por su variedad *puschi* (d'Archiac), subespecie propia de la zona alpina. Algunos de esos Nummulites, como *complanatus* y *millecaput*, han sido confundidos por no pocos autores de modo que puede haber cierta duda en cuanto concierne a su clasificación y decidir ahora si deben de mantenerse o referirse al *brogniarti*. Pero, de momento, nos inclinamos todavía a la primera solución. En cuanto al *N. gischensis*, citado algunas veces, creemos que se trata de una clara confusión con las grandes especies ya mencionadas, pues ésta resulta siempre una forma oriental, siendo raras o inciertas sus citas en la zona mediterránea occidental.

En líneas generales, sin embargo, los resultados obtenidos por nosotros concuerdan con los de nuestros antecesores. Haciendo caso omiso de ligeras variantes en cuanto se refiere a algunas especies del Luteciense, las citas de las pequeñas formas del Eoceno superior vienen a concordar perfectamente con nuestros hallazgos. Así, especies como *Nummulites striatus*, *N. bouillei*, *N. fabiani-subfabiani*, *N. garnieri*, *N. incrassatus-subincrassatus*, hemos podido confirmarlas en la mayoría de los yacimientos. En cambio, queda un margen de especies a base de citas imprecisas en los mismos textos de los diversos autores al ser mencionadas con duda, como en el caso de *N. rutimayeri*, *N. prestavichianus*, *N. tournoucri*, *N. variolarius*, *N. vascus*, *N. boucheri*, etc. Al contrario, no hay discusión alguna en cuanto a la interpreta-

ción morfológica y estratigráfica de la pareja del Oligoceno, *N. intermedius fichtelii*, pues todos los autores la traen sin discrepancias. En cuanto a sus equivalentes *N. vascus-boucheri*, nos parecen dudosas las citas que de ellos se han hecho en Mallorca. El P. Ruiz de Gaona cree reconocer algunas veces al *N. vascus*, pero no de una manera segura, en los yacimientos d'El Pujol, camino de Lluchmayor a Montuiri, y en otros situados a un kilómetro al N.-O. de Randa, en la carretera vieja de Algaida a Lluchmayor.

Hasta el presente hemos encontrado en Mallorca pocas Operculinas capaces de ser determinadas con precisión. En cambio, podemos afirmar que abundan en los lechos calizos, duros, detríticos, puesto que nos lo han revelado numerosas secciones delgadas de esa clase de rocas. Pero admitimos la presencia, generalmente como forma «rodada», a la *O. ammonca* en los niveles priabonienses.

De todo lo expuesto se deduce que nuestros antecesores conocieron un Luteciense completo y bien definido en el archipiélago de Cabrera y al que Darder cree también representado en Mallorca desde sus mismos niveles de base con el *Nummulites granifer*. Dato para nosotros necesitado de una revisión precisa, con nuevas rebuscas en los yacimientos de San Salvador de Felanitx. En segundo lugar reconocieron un Eoceno superior más o menos vago en no pocos casos y según las localidades, con un «Auversense» conteniendo al *Nummulites striatus* Bruguière (no d'Orbigny) y un Bartoniense-Ludiense con las parejas de *N. fabiani-subfabiani* y *N. incrassatus-subincrassatus*. Finalmente un Oligoceno claramente definido por la pareja del *N. intermedius-fichtelii*.

A su vez estos tres términos estratigráficos constituyeron para nuestros antecesores otras tantas transgresiones marinas, en general bien establecidas y delimitadas por sus respectivos niveles de conglomerados de base. Dato este último que nos parece muy incierto, pues no concuerda siempre con lo que hemos podido averiguar sobre el terreno, puesto que dichas transgresiones, sobre todo las primeras, nos aparecen en la actualidad como simples desplazamientos de las aguas marinas por efectos de repetidas basculaciones de sus fondos dentro de las reducidas cuencas de este tipo, y en las cuales el Luteciense superior puede presentarse unas veces en continuidad de sedimentación y en otras discordantes sobre antiguas superficies, como las del Cretácico inferior, llevando en tales casos, pero no siempre de manera regular, a los consabidos lechos de conglomerados de base.

Las dudas de Hermite, expuestas más arriba y tan claramente expresadas por él en el párrafo que hemos transcrito, se han resuelto ahora en el sentido que sospechaba su autor. El Luteciense puede ser totalmente concordante en unos sitios, como en Cabrera, pero también transgresivo su término superior en otros, sobre terrenos entonces más antiguos, principalmente del Cretácico inferior en el área mallorquina como en la misma isla de Conejera

ya mencionada. Creemos igualmente ahora que el Luteciense superior puede pasar insensiblemente en Mallorca a los lechos de base del Eoceno superior, o sea al Priaboniense, por intermedio de los depósitos conteniendo al *N. striatus* Bruguière, los cuales pueden ser a su vez transgresivos en otros puntos.

Darder en el resumen de su trabajo sobre las Sierras de Levante sintetiza muy bien su visión general de la marcha de estas transgresiones marinas cuando escribe (pág. 31): «... parece evidente que en el Eoceno una gradual transgresión marina avanzó hacia el N.-O., recubriendo durante el Luteciense al Neocomiense de Manacor, Felanitx y Cabrera, entonces situados mucho más al S.-E. que actualmente; más tarde la transgresión avanzaría hacia lo que es hoy el llano central de la isla, depositando también sobre el Neocomiense las calizas con *Nummulites fabiani* Prever; pero en cambio no alcanzó a los mantos que hoy forman la Cordillera principal, cuyo Estampiense marino descansa directamente sobre el Oligoceno lacustre o sobre terrenos anteriores al Nummulítico».

Para nosotros esta marcha del mar hacia el Norte es exacta, lograda a base de movimientos muy lentos, repetidos e irregulares; desplazamientos de las aguas marinas al ser empujadas fuera de sus habituales cuencas, siempre de reducida extensión y por tal motivo unas veces la sedimentación resultaba concordante y en otras discordante. Mantos de aguas siempre poco profundos, litorales, arrastrando con ellos a verdaderos enjambres de conchas de Nummulites, procedentes de depósitos más antiguos o contemporáneos (fig. 1).

No obstante, para reconstruir esta historia nos enfrentamos con algunas dificultades de importancia. Se trata de la mezcla, siempre muy extendida y con la cual toparon igualmente nuestros antecesores, de las conchas de los Nummulites arrancadas de sus propios depósitos y transportadas luego, «rodadas», en múltiples yacimientos posteriores. Tal proceder se ha repetido con inusitada frecuencia, puesto que a los sucesivos desplazamientos del mar, ocasionando a su vez corrientes marinas, les resultó fácil a éstas desplazar grandes masas de los Nummulites, verdaderas tanatocenosis costeras que volvía a esparcir y depositar nuevamente en bancos o estratos bien definidos, cuajados entonces de sus caparazones; como los que pueden estudiarse en las cercanías el predio de Son Moixó (María de la Salud) en yacimientos del Eoceno superior y en las de Penyaflor (Estampiense superior) de los alrededores de Alaró. En tales casos —y fácil nos sería aducir muchos más— los estratos con Nummulites aparecen claramente intercalados entre los bancos de las calizas con una nitidez sorprendente, viniendo a formar lechos de una gran regularidad en los que dichos foraminíferos se hallan acumulados en inmenso número. Ello revela de manera evidente cuáles fueron el valor de tales desplazamientos, seleccionando las aguas a las mismas conchas de los Nummulites por su propio peso específico, separándolas al mismo tiempo

de otros restos orgánicos más ligeros o más pesados, arrastrándolas y depositándolas finalmente de manera rápida en bancos de espesores variables, pero generalmente comprendidos entre los 20 y los 50 cm.

Esto trae consigo sorprendentes resultados, repetidos por desgracia con



Fig. 1. —Gráfico general mostrando la marcha vacilante de las transgresiones nummulíticas en Mallorca, juntamente con sus Nummulites más importantes:

- (1) Zona de Felanitx-Manacor Artá.
- (2) Zona de Felanitx-Manacor.
- (3) Zona de Randa.
- (4) Máximo de la transgresión priaboniense en el centro de Mallorca.
- (5) Reducidas zonas lacustres del Luteciense.
- (6) Reducidas zonas lacustres del Priaboniense.
- (7) Gran fase lacustre del Sannoisiense-Estampiense inferior.
- (8) Transgresión oligocena con *N. intermedius*.
- (9) Conglomerados aquitanenses de gran espesor con lechos de areniscas (punteado) y de depósitos lacustres con Caráceas (*Rhabdochara langesi* (Hettich)).

sobrada frecuencia. Por tal motivo deben de poner en guardia a los geólogos que estudian estos ciclos de transgresiones eocenas y oligocenas en Mallorca. Una especie cónica de un diminuto foraminífero, la *Chapmanina gas-sinensis* Silvestri (Lám. 21, figs. 6-9, y fig. 25), típica del Luteciense superior, puede encontrarse fácilmente, como hemos podido comprobar repetidas veces, entre los sedimentos con *Miliolas* y *Pencroplis* de la transgresión

oligocena con *N. intermedius-fichteli*, juntamente con los Nummulites del Priaboniense.

Donde estas dificultades alcanzan mayores proporciones es en los depósitos con pequeños Nummulites del Eoceno superior. En ellos la mezcla de especies de diferentes niveles podríamos decir que es la regla; lo que viene a entorpecer grandemente el establecimiento de una fina estratigrafía basada en los mismos Nummulites. Formas como *N. planulata* hemos visto ya desde un principio cómo Hermite la recogía en los lechos de la transgresión oligocena junto con el *N. intermedia* de la zona de Alaró. El *N. striata* es a veces frecuente en los mismos lechos de la especie anterior; y de esta manera podríamos mencionar mayor número de ejemplos.

Otra de las dificultades que se presentan para establecer una cronología precisa de los depósitos tan ricos en Nummulites del Eoceno mallorquín, es la disposición como aparecen aquéllos en la generalidad de los casos, es decir, englobados en calizas duras, compactas, donde todo intento de extracción está abocado al fracaso. Entonces no cabe otro proceder para su estudio que el de las secciones delgadas: método siempre muy aleatorio dentro del complejo de especies tan sutilmente diferenciadas, como son las que pertenecen al Eoceno superior. Tales son las principales dificultades que el geólogo encuentra al estudiar el Nummulítico de Mallorca, rico siempre en Nummulites, pero escaso en fósiles de otros órdenes.

Otro de los problemas de carácter estratigráfico que nuestros estudios nos plantean en el momento de escribir estas líneas, son los que conciernen con la sucesión cronológica de sus pisos dentro de la nueva terminología de los depósitos del Nummulítico, tal como ha sido expuesta en recientes trabajos y sobre los cuales no reina todavía una necesaria unanimidad. Como es sabido, desde hace tiempo el problema de la ordenación de los diversos niveles nummulíticos del dominio alpino, o si se quiere mediterráneo, con los dependientes de las cuencas marinas del Norte, Aquitania, París, Bélgica, etc., se ha impuesto a los geólogos. El cuadro estratigráfico de estas últimas zonas, logrado tras una ímproba labor de conjunto por una larga serie de investigaciones, resulta actualmente de difícil aplicación a las asociaciones de Nummulites y de otros foraminíferos que vivieron en los mares del Tethys. Por tal motivo, en nuestros días, ha empezado entre los geólogos un movimiento de revisión de la escala estratigráfica de las formaciones del Paleoceno al Oligoceno y varios de sus pisos, clásicos en pasados tiempos, no han podido resistir a una revisión y crítica modernas de sus elementos paleontológico-estratigráficos.

Debido a tal estado de cosas, adoptaremos aquí un solo término estratigráfico para designar a todo el Eoceno superior, o sea el término clásico del Nummulítico alpino, el Priaboniense: bien adecuado en este caso, puesto que trabajamos en plena zona mediterránea. Este piso engloba, de una manera

poco precisada aún, a la mayoría de los elementos faunísticos exclusivos del Priaboniense-Ludiense. Abandonaremos en cambio totalmente al término «Auversense», por considerarlo actualmente, junto con no pocos geólogos, como una simple porción superior del Luteciense.

Ciertamente que con el grupo de Nummulites que se sucedieron en Mallorca desde el Luteciense superior, con *N. striatus-contortus* principalmente, y después con *N. garnieri* de la Harpe, *N. bouillei* de la Harpe, *N. fabiani* Prever, *N. incrassatus* de la Harpe, etc., podría distinguirse un término inferior dentro de este vasto conjunto s. lat. del Priaboniense, caracterizado en primer lugar por la presencia en sus niveles más bajos del mencionado *N. striatus-contortus*, donde éste aparece y abunda, y los demás, de posición más alta con *N. fabiani* y *N. incrassatus*, hasta que con este último pasaríamos al Oligoceno. Los niveles superiores del Priaboniense con *N. fabiani* muestran en no pocos casos cómo los ejemplares de esta especie pasan insensiblemente a la forma oligocena del *N. intermedius*.

Pero la mezcla de las diferentes asociaciones de Nummulites de que hemos hablado en páginas anteriores nos induce a abordar ese tema con mucha cautela y un cierto grado de desconfianza en nuestros mismos resultados, pues no son pocos los afloramientos ante cuyas faunas nos resulta difícil decidir si se trata de materiales *in situ* o francamente «rodados». Esto no quiere decir que una labor más metódica que la nuestra no pueda alcanzar algún día la solución de estas deficiencias actuales y lograr establecer una cronología más precisa y detallada de la que ahora presentamos nosotros.

Para este trabajo y como norma general a seguir, adoptamos el cuadro de distribución estratigráfica de los Nummulites, tal como lo trae la última edición de la obra de Gignoux (*Géologie Stratigraphique*, 5 ed., 1960, página 506). Sobre él trazaremos la historia del Nummulítico de Mallorca desde el Luteciense inferior al Oligoceno alto.

CARACTERES GENERALES DE LOS TRES CICLOS TRANSGRESIVOS

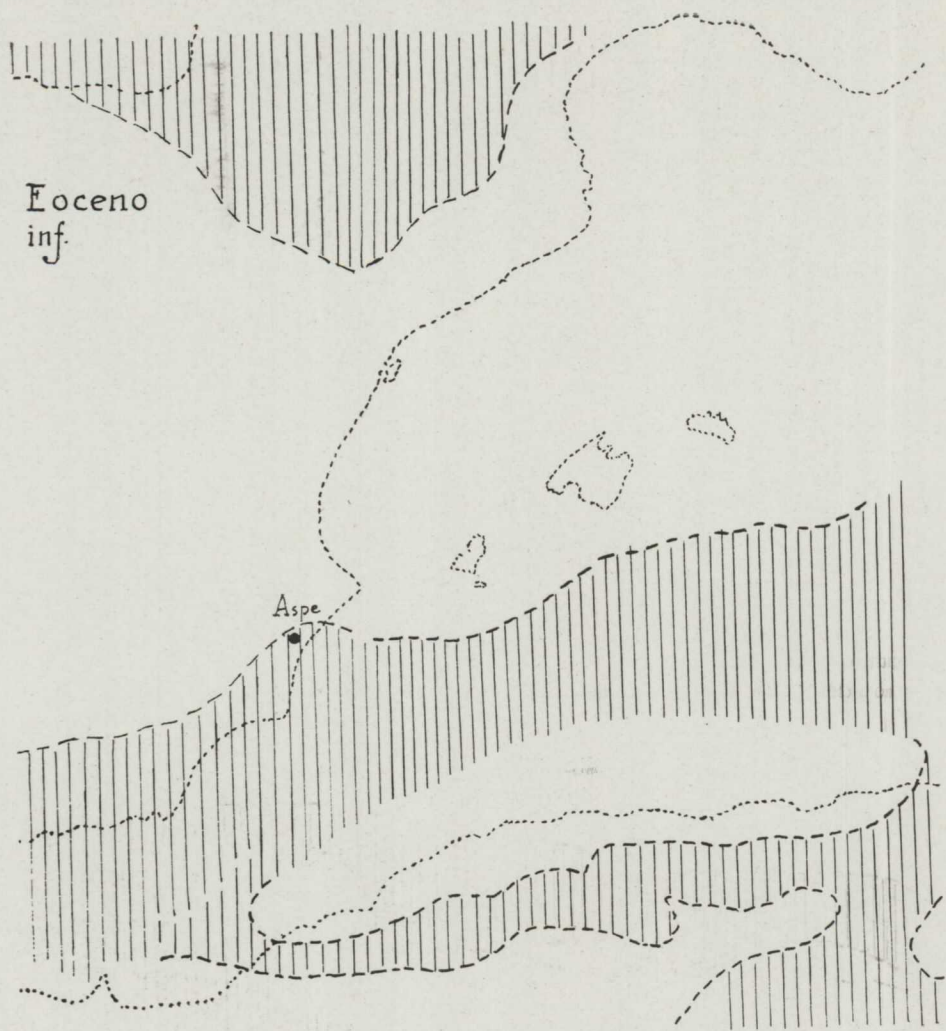
Tres grandes etapas ofrecen, pues, las transgresiones nummulíticas en Mallorca. La primera comprende un Luteciense completo, concordante unas veces sus tres términos principales o bien discordante el superior, según las localidades. Es también esta transgresión la más fácil de reconocer, debido a sus calizas amarillentas, sus grandes especies de Nummulites y a la diminuta *Chapmanina gassinensis* en los niveles más altos. Sus lechos calizos, detrítico-zoógenos, pueden contener bastantes miliólidos.

La segunda comprende a la fase del Eoceno superior que aquí llamaremos simplemente Priaboniense. Es, a su vez, susceptible de dividirse en dos términos estratigráficos, aún mal definidos en la actualidad por sus Nummu-

lites: uno inferior, de paso entre el Luteciense superior y la base del Priaboniense, caracterizado por la presencia de la pareja del *N. striatus-contortus*. Tales niveles pueden ser concordantes con el Luteciense superior o bien transgresivos sobre el Cretácico inferior a igual que pudo haber continuidad de sedimentación con el resto superior del Priaboniense. Finalmente viene un Priaboniense medio conteniendo desde sus niveles más bajos a la pareja de *N. fabiani-subfabiani*, acompañada de otras especies más inconstantes, pero que desde este momento alcanzarán mayor preponderancia. Entonces aparece rápidamente la otra pareja de *N. incrassatus-subincrassatus*, la cual llegará hasta el final de estos depósitos. Ambas especies corresponden a los antiguos pisos Eartoniense y Ludiense de nuestros antecesores. Pero no es posible una delimitación fácil entre los niveles con *N. striatus* y los de estas dos últimas especies mencionadas más arriba. Distinguir un Priaboniense inferior y otro medio o superior es tarea extremadamente dificultosa en la actualidad. En cambio, la presencia del *N. striatus-contortus*, indica siempre un Luteciense muy alto, o el principio del Priaboniense, según las asociaciones complementarias de las demás especies de Nummulites que les acompañan. Recientes trabajos micropaleontológicos efectuados en este sentido por V. Roveda (1961) en la localidad clásica de Priabona, obtienen una franca confirmación en el Priaboniense mallorquín.

Los elementos litológicos que caracterizan al Priaboniense son, en cambio, muy poco variados. En él prevalecen las calizas detríticas, duras, con algunos niveles ricos en Miliólidos, «rotalías pustulosas» (*Neorotalia*) del grupo *viennoti* o *lithothamnica* (lám. 23, núms. 7-13), *Gypsinas* del tipo esférico (*Sphaerogypsinia globula* (Reuss), (lám. III, fig. 4). Grandes ejemplares de una *Anomalina* que por su tamaño y otros caracteres de la concha parece estrechamente relacionada con la *A. grosserugosa* Gümbel (lám. 21, fig. 5), hasta donde permite llegar una determinación en secciones delgadas. Tampoco es rara en este piso, lo mismo que en los depósitos oligocenos, la *Asterigerina cf. campanula* (Gümbel), aunque en este último piso pudiera ser «rodada» (fig. 26, núms. 1-3). En los exámenes de muestras, tales especies pueden ayudar mucho al reconocimiento de estos terrenos, excepción hecha de las *Gypsinas*, las cuales se hallan indiferentemente en los tres ciclos transgresivos, mientras no falten en ellos sus biotipos preferidos a base de calizas detríticas. Pero la nota más característica de estos niveles es la gran abundancia de los pequeños Nummulites, entre los cuales predominan sus dos especies más características, el *N. fabiani* (lám. 14, figs. 4-7), e *incrassatus* (lám. 13, figs. 9-13). Los restos de Ortofragminas resultan a veces bastante frecuentes, siendo entonces también un buen elemento para caracterizar este piso, principalmente cuando no es posible servirse de los citados Nummulites.

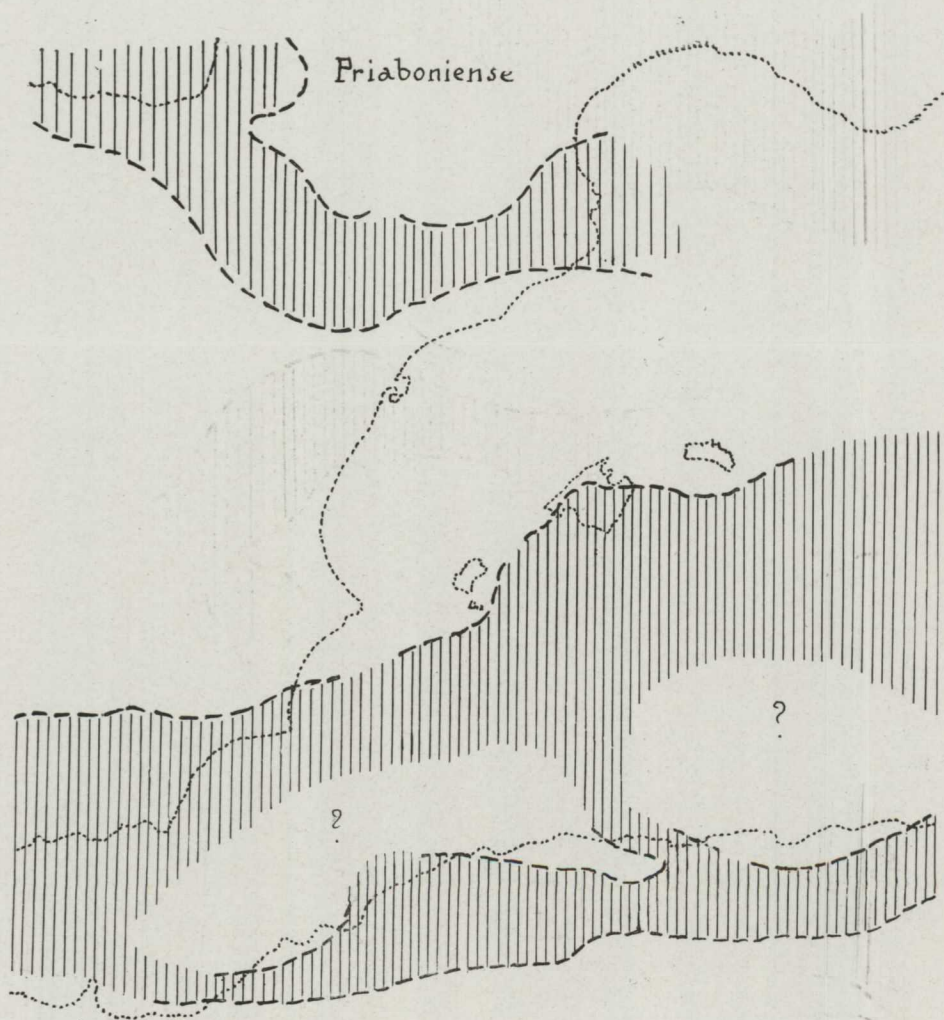
Según los yacimientos, el Priaboniense puede ser concordante con los es-



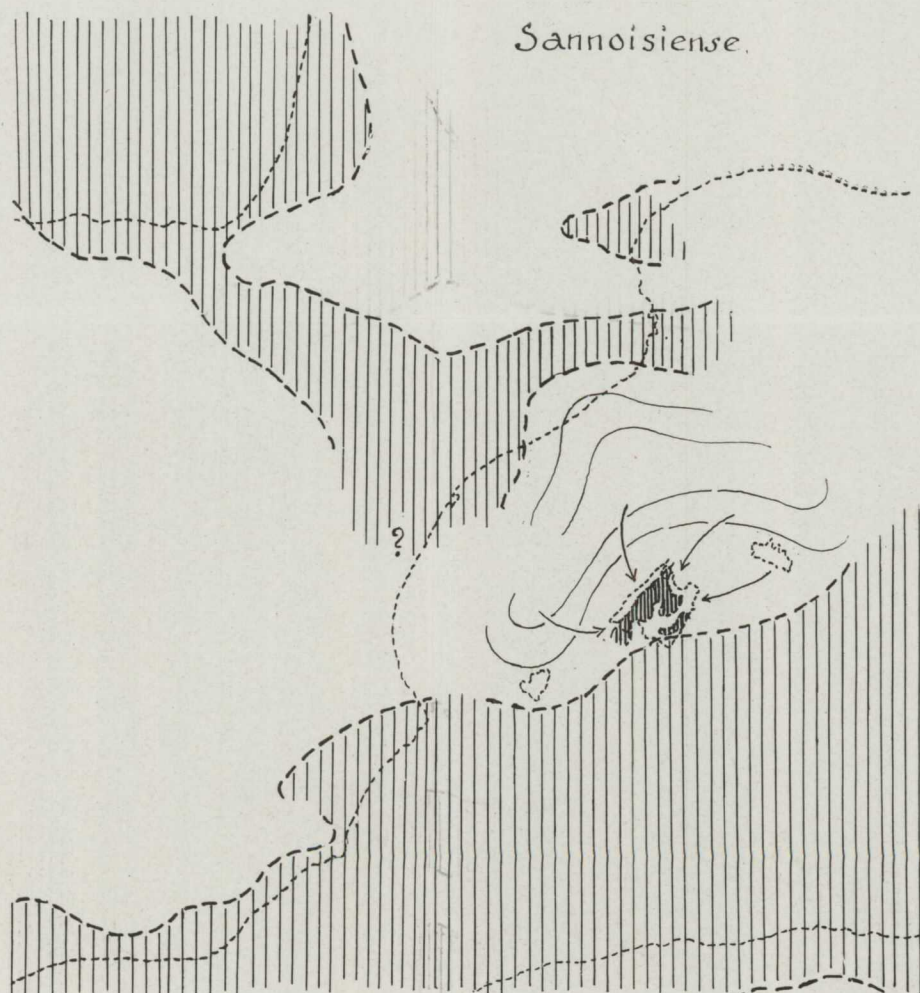
n.º 1.



n.º 2.



n.º 3.



n.º 4.

Fig. 2.—Núm. 1 Paleogeografía del área balear durante el Paleoceno superior.—Número 2. Id. durante el Luteciense superior.—Núm. 3. Id. durante el Priaboniense.—Número 4. Id. durante el Sannoisiense (fase lacustre).

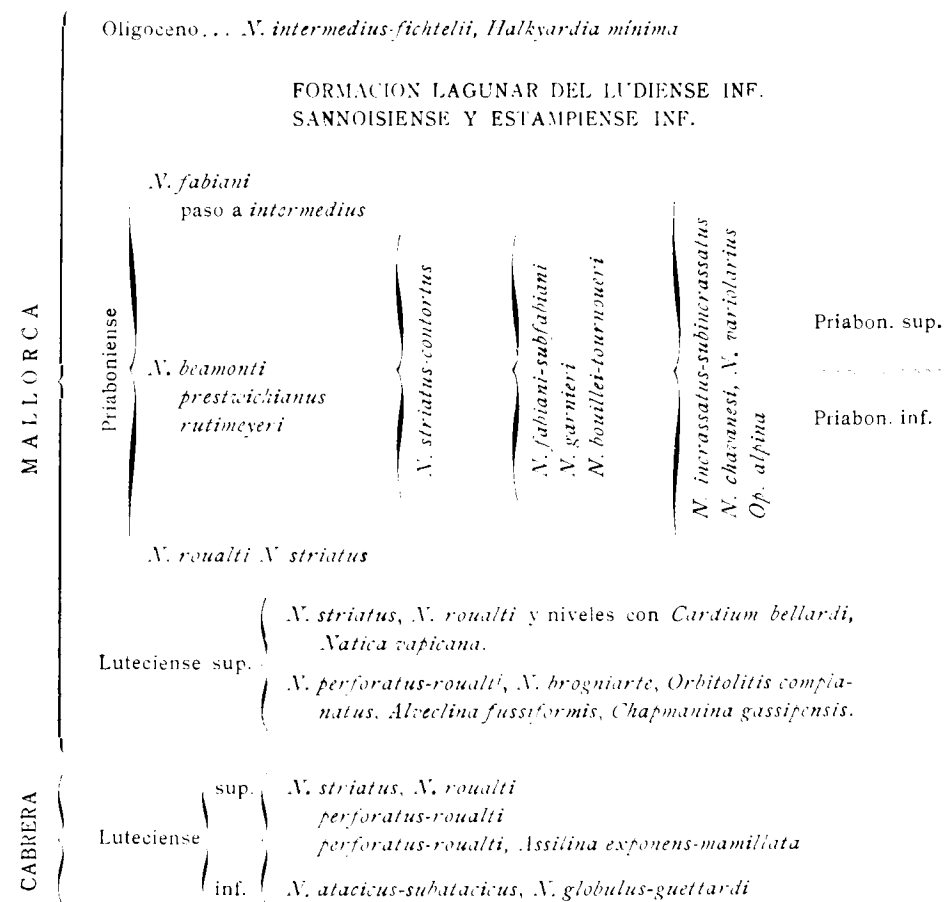
tratos conteniendo al *N. striatus* (lám. 12, figs. 1-4), o también transgresivos en otros. En muy pocos casos aparecen estos niveles con conglomerados de base.

La tercera, la transgresión oligocena con *N. intermedius-fichteli* (lámina 15), es de tipo más general y acusado que todas las anteriores, siempre muy locales y reducidas, siendo por ello más fácil de caracterizar y reconocer en pleno campo. Contiene niveles margoso-calizos de base, seguidos de otros más calizos y repletos de Miliólidos, más otros completamente calizos y detríticos, de mayor potencia, pero totalmente desprovistos de fósiles. La mencionada pareja de Nummulites, nunca tan frecuentes como las especies del Priaboniense, más las diminutas Halkyardias (fig. 28), resultan los elementos paleontológicos más indicados para reconocer estos depósitos. La presencia de conglomerados de base es irregular.

Por tales motivos los problemas que plantea el Nummulítico mallorquín son de varias clases. El primero concierne con la marcha de estas series transgresivas o concordantes, siempre reducidas, fluctuantes, irregulares, típicamente litorales, siempre con lechos de poco espesor. Nada encontramos en ellas que pueda ser comparable con las series contemporáneas descritas en el Eoceno alpino, con su enorme potencia de sedimentos de tipo geosinclinal (?) depositados en fosas profundas, posiblemente afectadas por movimientos de subsidencia. El segundo se refiere a la definición precisa de la estratigrafía de sus diferentes términos, todos ellos desenvueltos en una casi ininterrumpida sucesión; cuestión difícil por los motivos ya señalados más arriba. En tercer lugar todos estos ciclos transgresivos parecen corresponder a reiterados movimientos del mar sobre unas tierras emergidas, constituidas por los antiguos depósitos pelágicos del Cretácico inferior o medio de los geosinclinales secundarios, en trance tales superficies a una aguda fase erosiva. Sobre tales depósitos marinos se asentaron también en una continua transformación, una serie de lagunas límnicas o parálidas de extensión variable y de edades diversas dentro de estas épocas, pues si por un lado la edad de la gran fase continental lagunar del Ludense superior-Sannoisiense-Estampiense inferior nos es bien conocida, otras formaciones de este mismo tipo, pero anteriores a ella, siempre más reducidas y de escasa potencia en sus lechos, nos resultan todavía más conocidas en cuanto se refiere a su edad, puesto que no nos han proporcionado fósiles adecuados para resolver este punto. Tan sólo consideraciones de carácter estratigráfico nos permiten situarlas de momento, y aun con duda, dentro del marco actual del Nummulítico insular.

Así, pues, en general nuestros resultados coinciden perfectamente con los de nuestros antecesores. Por tal motivo los datos aquí expuestos vienen a completar el cuadro descriptivo de la historia evolutiva de los terrenos

nummulíticos de Mallorca como habían empezado a comprenderla Darder y Fallot principalmente. La estratigrafía del Nummulítico mallorquín la basamos sobre sus foraminíferos (Nummulites y otros), tal como queda expuesta en el cuadro estratigráfico adjunto.



En el cuadro expuesto podemos comprobar cómo en la isla de Cabrera su Luteciense es completo, concordante, y sin ninguna dificultad en el orden estratigráfico. Desde este punto el mar del Luteciense superior invadió el área del Sur y del Sureste de Mallorca, en donde encontramos análogas sucesiones de Nummulites.

En cambio, el término de paso del Luteciense superior a la base del Priaboniense es confusa: los foraminíferos no permiten distinguirla con seguridad y el hallazgo de los moluscos *Natica rapicana* y *Cardium bellardii* (lámina 24), corales como... en estos niveles, hecho por nosotros por vez primera,

no ayuda gran cosa, pues en la actualidad ignoramos la distribución vertical de ambas especies en la isla, aunque la creemos análoga a la que les atribuyen los textos, Luteciense superior y base del Priaboniense. La existencia del *N. striatus* es la que mejor define de ese término de paso entre el Luteciense y el Priaboniense. Por tal motivo una serie de afloramientos donde abundan los *N. striatus* y en menor número los *N. contortus*, los interpretamos como una fase del Luteciense superior, sea en su dispositivo concordante o transgresivo. Casi con la aparición del *N. striatus* se encuentra también la pareja del *fabiani-subfabiani*, juntamente con *N. garnieri* (lám. 13, figs. 1-8), los cuales se enlazan con la pareja *N. incrassatus-subincrassatus*, además de otras formas más inconstantes como *N. charanesi*, *N. variolarius* (lám. 13, figuras 14-20) y la *Operculina alpina* (lám. 14, fig. 1), siempre rara esta última.

La presencia del primer grupo, *N. striatus-contortus* definiría, cuando ello es posible, a un Priaboniense inferior, y el segundo, *N. incrassatus*, *N. charanesi*, *N. variolarius*, a un Priaboniense más alto con paso al Oligoceno. El *N. fabiani* puede dar en los lechos más superiores formas de transición al *N. intermedius*, y es precisamente la abundancia de tales formas en plena etapa de transformación hacia la especie *intermedius* en un yacimiento dado la que puede indicar, al menos de momento para nosotros con mayor seguridad, la presencia de los niveles más altos del Priaboniense. Por tal causa pueden encontrarse a veces *N. intermedius*, más o menos típico, en los últimos estratos priabonienses, de acuerdo también aquí con lo señalado por Roveda (1961) en la localidad clásica de Priabona. Pero el grupo de *N. incrassatus*, con *N. charanesi*, *N. variolarius*, *O. alpina*, es el que persiste hasta el fin.

En cambio, con la transgresión oligocena del *N. intermedius-fichtelii* que tuvo lugar después del vasto episodio lagunar del Sannoisiense-Estampiense inferior, la citada pareja de nummulites no va acompañada entonces de *N. fabiani* ni del *N. incrassatus*. De encontrarse estos últimos mezclados con ellos, no cabe duda que en tales casos se trata de ejemplares «rodados» provenientes de la desmantelación de los depósitos priabonienses subyacentes. Pero la presencia de escasos *N. intermedius* en ciertos depósitos con *N. fabiani* e *incrassatus*, deja siempre en dudas al investigador si se halla entonces ante un yacimiento priaboniense muy alto o en los de la verdadera transgresión oligocena.

En la estratigrafía del Nummulítico balear, tal como la exponemos en estas páginas, quedan siempre dos interrogantes de importancia cuando se quiere llegar a una delimitación precisa de sus diversos términos estratigráficos: la del paso del Luteciense superior al Priaboniense con la distinción de un Priaboniense inferior y de otro superior, y, finalmente, la aparición de los primeros *N. intermedius* cuando no van claramente unidos con los depó-

sitos de la transgresión oligocena del Estampiense superior. Sin embargo, con los datos que aportamos en estas páginas creemos que la distinción de la transgresión oligocena es una de las más fáciles de caracterizar sobre el terreno o con el estudio paleontológico.

DESCRIPCIÓN DE LOS CICLOS TRANSGRESIVOS DEL NUMMULÍTICO MALLORQUÍN

Hasta el presente no han sido encontrados en Mallorca ni en las demás islas del archipiélago ninguna representación de los niveles paleocenos. Todo tiende a demostrar que el área balear en aquellos momentos formaba parte de unas vastas tierras emergidas, unidas por el Oeste a la *Meseta Castellana* (fig. 2, núm. 1) y adentrándose profundamente en dirección al Sur por su porción más meridional. Correspondía a esta época, para el área balear, su fase máxima de condiciones geocráticas, puesto que el gran surco profundo derivado de los vastos geosinclinales del Mesozoico y de edad ahora Paleoceno-Eoceno inferior, no había desaparecido totalmente al emerger aquéllos, sino que fué lentamente retrocediendo, en un continuo desplazamiento, hacia latitudes más meridionales, donde se mantuvo durante los tiempos paleocenos y desde donde también sus aguas volverán a remontar nuevamente en dirección al Norte tan pronto como se inicien las primeras transgresiones lutecienses, salidas éstas de sus mismas cuencas de subsidencia. El yacimiento paleoceno o de un Eoceno inferior muy bajo, más próximo a las Baleares, es el de Aspe, en la provincia de Alicante, conteniendo *Globorotalia aragonensis* (Nuttall), *Globigerina triloculinoides* Plummer, *G. pseudobulloidis* Plummer, etc. (Colom, 1954).

Así, pues, los depósitos marinos que de estas épocas se conservan en Mallorca concuerdan perfectamente en cuanto a su historia con lo que ya sabemos, es decir, que el Eoceno medio y el superior, lo mismo que el Oligoceno, corresponden a un largo período de transgresiones marinas, no tan sólo en nuestras regiones del mediterráneo occidental, sino también sobre más vastas superficies, todas las cuales vinieron a alterar profundamente el dispositivo geográfico de aquellos tiempos. De este modo el continente Norte-atlántico es, en gran parte, destruído por las comunicaciones que se establecieron entre la Tethys mediterránea, y los mares del Norte. El mar alpino recubrió a una gran parte del zócalo europeo, reduciéndolo a archipiélagos, y con el Luteciense sus aguas volvieron a penetrar en los dominios de las Sierras Béticas. También el área emergida de las tierras italianas sufrieron una arrolladora transgresión de esta edad, sumergiéndola en gran parte: tan sólo la zona romana quedó libre de las aguas y, al parecer, unida a las tierras de Cerdeña.

La fauna del Tethys durante el transecurso del Eoceno se caracterizaba

por sus condiciones de fauna cálida, tropical, con grandes Nummulites en su primera porción, juntamente con el *Orbitolites complanatus* que extendía su área de repartición desde el atlántico hasta el Irán.

Sobre el área balear no podían faltar, pues, los testigos de las transgresiones lutecienses, puesto que dicha área ha sufrido siempre las mismas vicisitudes que las situadas en los dominios de la Bética. En estos momentos sus tierras del Sur empezaron a entrar en contacto con las aguas transgresivas de este período, otra vez en marcha hacia el Norte. Por tal motivo, podemos reconocer ahora al Luteciense inferior en la porción más meridional de sus dominios, correspondientes entonces a la vecindad del surco profundo Paleoceno-Eoceno inferior. Debido a ello, con el Luteciense inferior tenemos los primeros testigos de un avance del mar de este período en el actual archipiélago de Cabrera (fig. 2, núm. 2). Sus afloramientos muestran una serie de calizas duras, algo margosas, de colores ocres o amarillentos y de facies claramente nerítica. Su potencia oscila, según los yacimientos, entre los 20 a los 40 metros. Todos sus depósitos descansan, sin conglomerados de base sobre las calizas margosas, finas, dispuestas en pequeños bancos, del Jurásico superior o del Neocomiense batial. Todos los depósitos del Luteciense poseen bancos cargados de Nummulites y Assilinas, con alguna intercalación margosa con grandes Orthophragminas.

Pero en la isla de Cabrera el Luteciense presenta desigual extensión. Su afloramiento más importante corresponde a la porción N.-E. de la isla, enmarcado por la Cala Ganduf por el Oeste, la Olla y Cala Ambuxá por el Este (fig. 5). Los demás afloramientos resultan ya de reducida extensión, como el que se encuentra en el mismo puerto de Cabrera, siguiendo el sendero que lleva en dirección al Faro, y atravesando el Coll Roig otro reducido manchón descendiendo hasta el mar (Punta d'Es Mitx). En la vecina isla de Conejera tan sólo la punta o cabo d'Es Corral ofrece una porción del Luteciense superior transgresivo. Pero el dispositivo estructural de estos yacimientos dentro del complejo Jurásico-Cretácico inferior plegado no está todavía estudiado. Principalmente su gran afloramiento del N.-E. puede decirse que tan sólo es conocido desde el punto de vista estratigráfico.

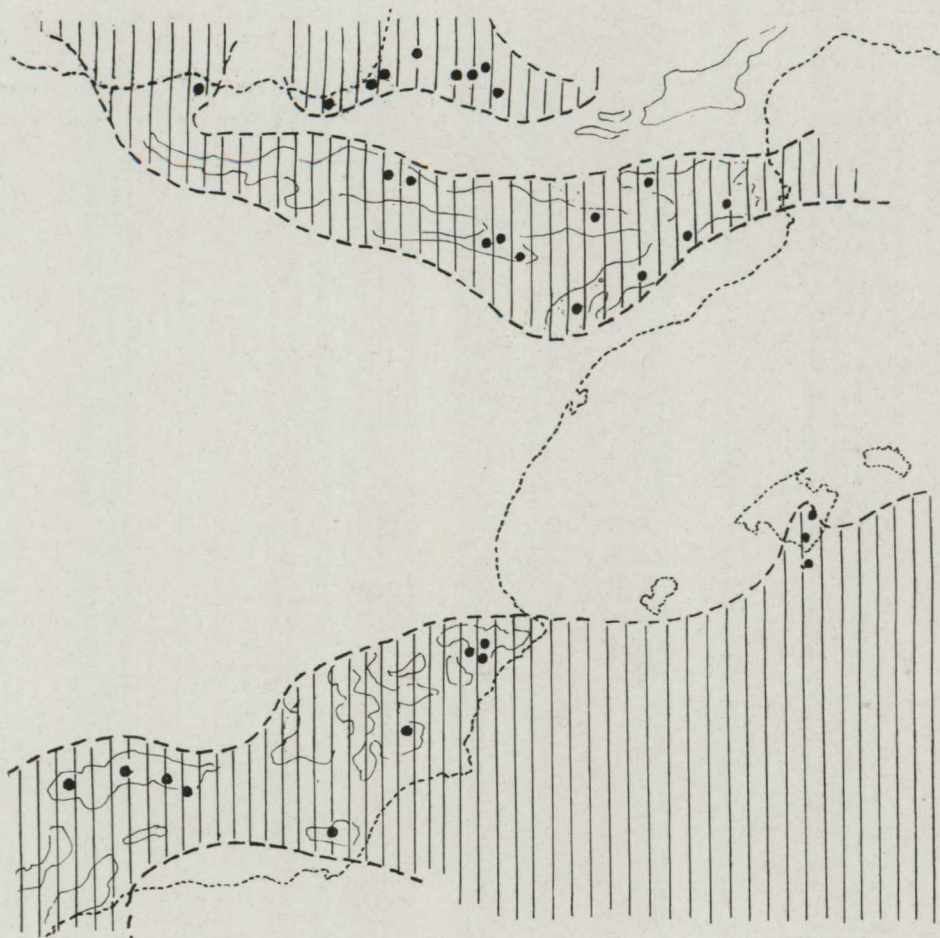
Todos estos afloramientos son siempre de tipo muy litoral, con restos de equínidos y de moluscos, todos muy rodados y deteriorados, siendo apenas reconocibles sus mismos géneros en la generalidad de los casos. Hermite mencionó en tales depósitos el *Periaster cf. verticalis* d'Arch., *Hemimaster nux* Desh., *Schizaster sp.*, además de abundantes ejemplares de *Serpula spirulea* (gasterópodo *Vermetidae*). Según nuestras recolecciones de fósiles, juntamente con las de Hermite y de Gómez Uueca, los Nummulitidos del archipiélago de Cabrera ofrecen la siguiente distribución en las dos islas (Cabrera y Conejera).

	Cala Sta. Naris	Coll Roig	S'Olla	Pto. de Cabrera	Pta. Ses Guises	Es Corral
	Cabrera	Cabrera	Cabrera	Cabrera	Cabrera	Conejera
<i>N. contortus</i>		*				
<i>striatus</i>	*	*	*		*	
<i>perforatus</i>	*	*	*	*		*
<i>roualti</i>	*	*	*	*		*
<i>Ass. exponens</i>	*					
<i>subexponens</i>	*		*			
<i>spira</i>				*		
<i>Discocyclina archiaci</i>				*		
<i>N. globulus</i>	*	*	*	*		
<i>guettardi</i>	*	*	*	*		
<i>atacicus</i>		*				
<i>subatacicus</i>		*				
<i>Op. paroni</i>	*					
<i>depereti</i>	*					
<i>Ass. mamillata</i>		*		*		

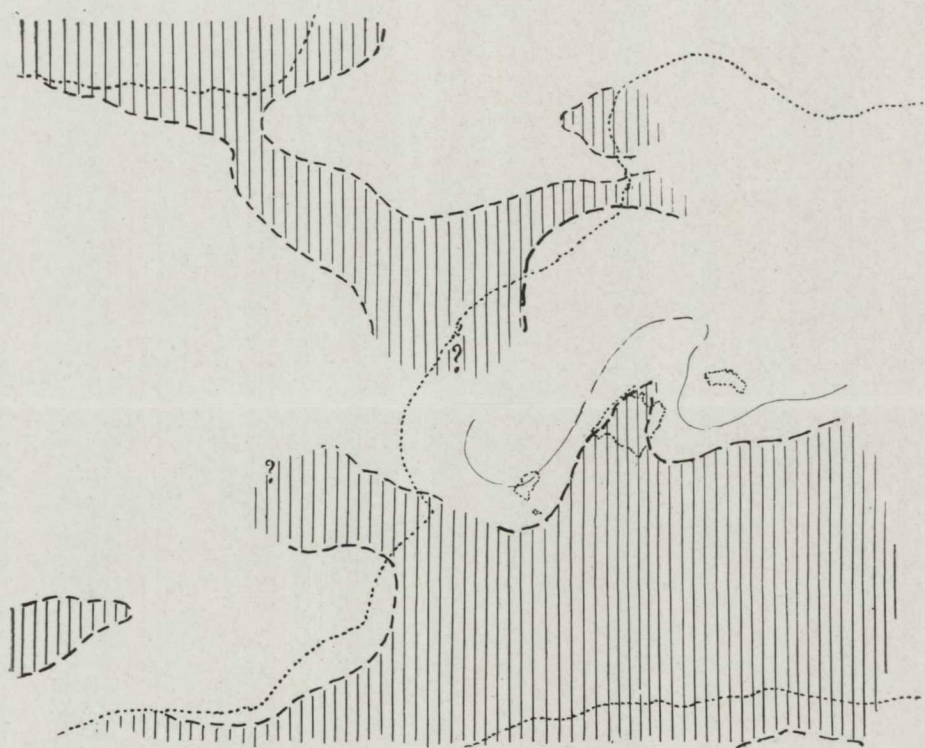
La isla de Cabrera, propiamente dicha, ofrece, pues, completos los depósitos del Luteciense y bien caracterizados paleontológicamente por sus numerosos foraminíferos; en cambio, en una localidad tan cercana como es la punta d'Es Corral, en la vecina isla de Conejera, encontramos ya los lechos del Luteciense superior con sus dos Nummulites característicos (*N. perforatus-roualti*) transgresivos sobre el Cretácico inferior.

Desde este momento el mar del Luteciense superior avanzó y se extendió en dirección al Norte, viniendo a ocupar una buena porción del área mallorquina al trazar en ella un amplio golfo, más abierto por el S.-E., pero con una aguda proyección hacia la región central (fig. 3, núm. 2). Si juzgamos todo este dispositivo únicamente por los testigos que actualmente se conservan de sus depósitos, sin tener en cuenta la posibilidad que una buena parte de sus lechos pueden haber sido barridos por las transgresiones posteriores, es fácil que la idea que de él nos formemos resulte bastante engañosa. El trazado del mar Luteciense sobre el área mallorquina no puede hacerse con alguna seguridad. Darder atribuyó la ausencia o escasez de afloramientos lutecienses a otras causas que aceptamos sin reservas. «Debemos recordar —escribe— la ausencia frecuente de sedimentos lutecienses en la zona de Felanitx y Manacor, fenómeno que podría ser atribuido a la existencia de islotes emergidos en el mar luteciense».

En los términos de Felanitx, al N. del Puig de S'Investida (yacimientos de San Salvador, Son Carrixó, Ca'n Negra, Ca'n Coll, Sa Sangonera, Santueri, Sa's Concos, etc.), Manacor (Ca'n Moli Nou, Son Massia, etc.), Santany



n.º 1.



n.º 2.

Fig. 3.—Núm. 1. Distribución del *N. perforatus* (Montf.) en el Mediterráneo occidental durante el transcurso del Luteciense superior.—Núm. 2. Paleogeografía del área balear durante la transgresión oligocena con *N. intermedius*.

y Artá (Puig de Nuestra Señora de la Consolació, Pleta de Son Sureda, etc.), Montuiri, Sineu (Son Riera, etc.), Lluçmayor-Montuiri (Ca'n Pera Pons, al Sur de Randa, etc.), encontramos afloramientos conteniendo la pareja clásica del *N. perforatus-roualti* (lám. 10, figs. 1-5 y lám. 11, fig. 3), pero siendo siempre más abundante este último. Con ellos, aunque más raro, o mejor dicho, más localizado en determinados yacimientos de tipo muy costero con Alveolinas, aparece el *N. brogniarti* ssp. *puschi* (lám. 11, figs. 1-2), forma muy

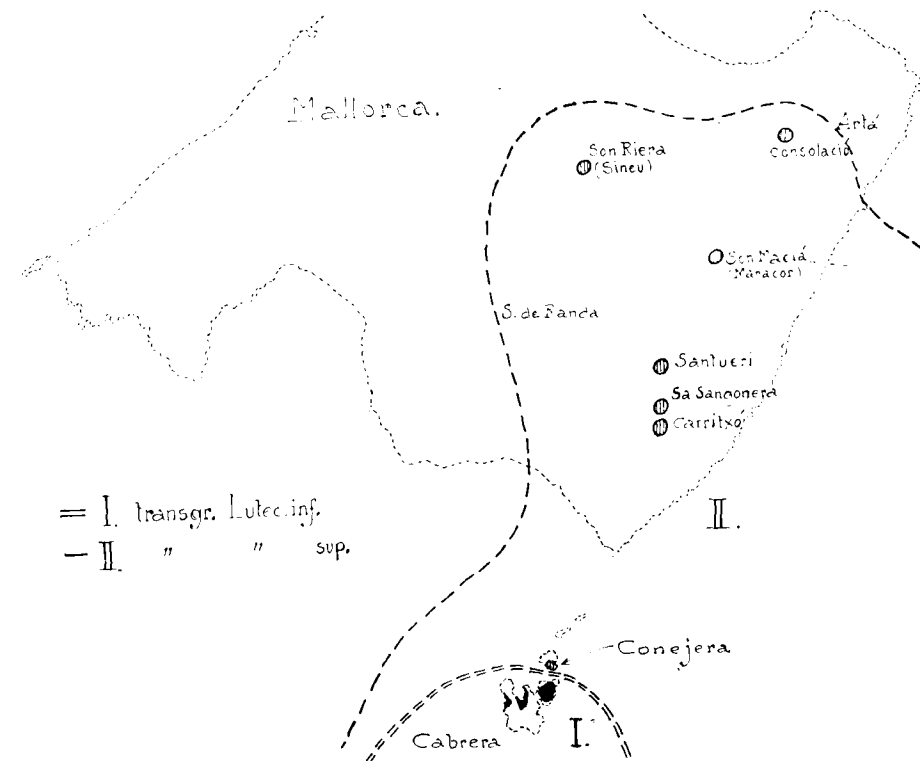


Fig. 4.—La transgresión del Luteciense inferior y medio (I) en la isla de Cabrera, y del Luteciense superior (II) en Mallorca.

difundida en el Nummulítico alpino. Las otras grandes especies como *N. complanatus*, etc., sólo han sido encontradas hasta el presente en la región de Felanitx, siendo más bien escasas, según las indicaciones de los autores. El *N. brogniarti* convivió con ellas en Ca'n Coll (Carritxó), y desplazándose más al Este, posiblemente a favor de biotopos favorables, hasta la zona de Manacor, en Son Massiá.

Una especie diminuta, cónica, la *Chapmanina gassinensi* (Foram. *Cymbaloporidae*), se halla esparcida en las facies calizas del Luteciense superior, resultando un buen microfósil característico, sobre todo cuando se trata de

determinar lechos calizos por medio de secciones delgadas de rocas. En la zona central de Felanitx y en la más interna de todas, la de Sineu (Son Riera), se encuentran Alveolinas muy alargadas, aunque casi siempre descortezadas y en muy mal estado de conservación. Pero los ejemplares de Son Massiá, al Sur de Manacor, han demostrado que pertenecen a la *Alveolina fussiiformis* Sowerby (lám. I, figs. 3-4). En Son Riera pudimos comprobar por vez primera la presencia de grandes ejemplares del *Orbitolites complanatus* Lamarck, de hasta 20 milímetros de diámetro, absolutamente semejantes a las grandes formas de la cuenca de París. Ambos foraminíferos, Alveolinas y Orbitolites, revelan la presencia de biotopos muy costeros situados en el interior del reducido golfo que el mar luteciense dibujaba sobre el área mallorquina en aquellos tiempos (fig. 4).

En el conjunto de los principales yacimientos citados sus foraminíferos se hallan distribuidos de la siguiente forma:

	Santueri (Felanitx)	N. E. de Carritxo (Felanitx)	Este de Carritxo (Felanitx)	San Salvador (Felanitx)	Ca'n Coli (Carritxo)	Ca'n Negra (Carritxo)	Cas Concos (Felanitx)	Cas Moll Nou (Manacor)	Son Riera (Sineu)	Ca'n Pera Pons (Lluchm.-Montuiri)	S. de Maimó (Lluchmayor)	N. del Puig de S'Investida (Felanitx)	S. de Panda	Montuiri	Puig de la Consolació (Artá)	Son Massiá (Manacor)
<i>N. subfabiani</i>																*
<i>incrassatus</i>																*
<i>striatus</i>																*
<i>ronalti</i>	*	*	*											*		*
<i>perforatus</i>	*	*	*	*		*	*					*		*	*	*
<i>broguiarti</i>				*		*	*							*		*
<i>complanatus</i>	*	*	*	*		*	*							*		*
<i>millecaput</i>	*	*	*	*		*	*							*		*
<i>lucasana</i>															*	*
Alveolinas																*
Alv. fussiiformis								*	*							*
Orbit. complanatus					*	*	*		*				*			*
Chap. gassinensis										*						*
Operculinas																*

Este cuadro de la distribución vertical de las especies del Luteciense superior de Mallorca nos revela que la porción menos profunda del mar parece corresponder a los yacimientos con Alveolinas y Orbitolites de Ca'n Coli (Carritxó), Son Riera (Sineu), Ca'n Moll Nou (Manacor), y la zona N. del

Puig de S'Investida (Felanitx), a igual que en Son Massiá (Manacor). En esta última localidad el Luteciense superior pasa ciertamente, en completa concordancia, a los lechos más altos con niveles conteniendo al *N. striatus*, continuados posteriormente por otros con especies todavía más superiores como *N. incrassatus* y *N. subfabiani*; pero en los demás afloramientos el Luteciense superior muéstrase discordante sobre el Cretácico inferior o medio.

En toda la isla los sedimentos de esta edad con foraminíferos son calizos, duros, y de colores amarillentos u ocre claros, pudiendo alternar con otros

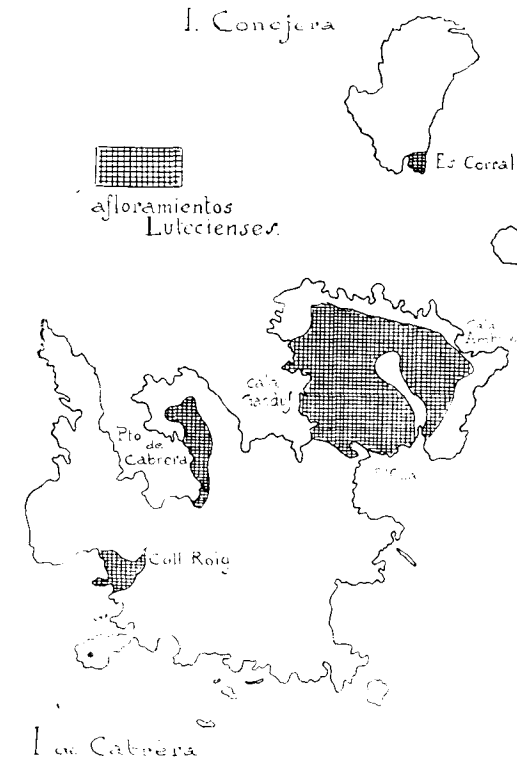


Fig. 5. Los afloramientos Lutecienses en la isla de Cabrera y Conejera.

con marcada influencia margosa, pero aún compactos y repletos a su vez de variados restos de organismos litorales: algas calizas (Melobesias), restos de briozoarios, esquirlas de moluscos, etc., hasta convertirse algunas veces en verdaderas calizas zoogenas. Su espesor no es nunca de consideración, fluctuando alrededor de los 20 metros y aún menos en bastantes casos.

Como ha sido expuesto ya en la introducción, Darder descubrió en la región de Felanitx una serie de formaciones lutecienses salobres formadas por un conglomerado de conchas de moluscos, revueltas y aplastadas, atribuyén-

dolas a posibles estados de evaporación de las aguas marinas, debido a su concentración en reducidas cuencas internas. No conocemos bien, todavía, este tipo de depósitos, pero la presencia de formaciones salobres o límnicas hacia la porción alta de los depósitos lutecienses nos parece segura: no tan sólo en la región de Felanitx, donde hemos podido estudiarlas varias veces, sino también en otras partes. Así, por ejemplo, al Este de Carritxó, por el lado de Ca'n Lázaro y el Puig d'Es Call, encontramos conservada dentro de un dispositivo sinclinal una formación lagunar con delgados lechos lignitosos, descansando a su vez sobre un conjunto de estratos calizos con *N. roualti* de unos 40 metros de potencia. Estos, a su vez, son transgresivos sobre las finas calizas margosas neocomienses (fig. 6). Al Oeste de la Alquería Blanca (Felanitx), el Luteciense superior se halla recubierto por unas calizas de colores parduzcos y de unos dos metros de espesor, todas del tipo

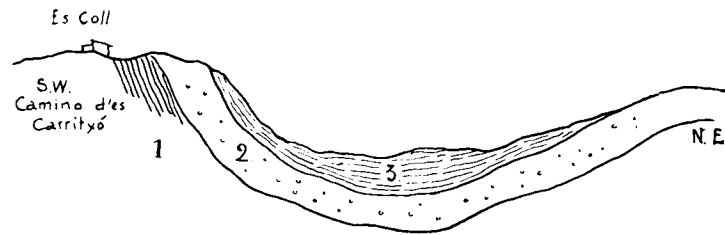


Fig. 6.—Formaciones lacustres descansando sobre el Luteciense superior al este d'Es Carritxó (Felanitx), por Ca'n Lázaro y El Coll: 1. Calizas finas del Neocomiense.—2. Luteciense superior con *N. roualti*: 40-50 metros.—3. Calizas detríticas con abundantes y finos lechos carbonosos: facies salobres con *Cyrene*, *Corbicula*, etc.: 20 metros.

lacustre con gasterópodos y bivalvas. Al pie de Santueri (Felanitx) el Luteciense se halla igualmente recubierto por una formación lacustre-salobre con verdaderas lumaquelas fosilíferas. Y, finalmente, en Son Vent, al Norte de Santany, el mismo Luteciense con Nummulites aparece cubierto por una formación lacustre con fósiles aglomerados. Tales lagunas coexistieron unas veces con las mismas formaciones del Luteciense superior, de las cuales fueron una simple dependencia lateral de tipo más o menos continental o salobre, o bien pueden resultar algo anteriores o posteriores a ellas.

Si juzgamos el dispositivo paleogeográfico del área balear durante el transcurso del Luteciense superior tal como ahora nos es dable reconstruir, todo induce a pensar que ninguna comunicación directa debió de existir entre los mares del Tethys de la zona mallorquina y los de las cuencas catalanas navarra y zona pirenaica en general (fig. 2, núm. 2; fig. 3, núm. 2). Pero la presencia de foraminíferos, tales como *O. complanatus*, *Alv. fusciformis* y un reducido grupo de moluscos y coralaris como la gruesa *Natica rapin-cana* y *Cardium bellardi*, más un limitado cómputo de corales, ampliamente

extendidas las dos primeras por las cuencas alpinas del Sur de Francia, es muy posible que demuestren la existencia de antiguas comunicaciones marinas desde la región alpina citada con el área balear, contorneando el Macizo Pirrénico por el Este, puesto que en Mallorca esa similitud faunística parece propia de una misma provincia, y nada extraño sería que algún día pudiera probarse esta opinión de manera más precisa. Lo que apuntamos es tan sólo una suposición: dato concreto sobre esta posibilidad no lo tenemos todavía. Pero dentro de las múltiples vicisitudes locales de cambios paleogeográficos nabidos alrededor de las tierras baleáricas, es muy posible que una comunicación de esta clase haya existido en algún momento entre las regiones del Norte y las del Tethys, sea por el Oeste o por el Este de las actuales Balears.

Con la existencia de los depósitos conteniendo al *N. striatus* puede comprobarse cómo el mar siguió su marcha hacia el Norte tendiendo principalmente a ganar mayores espacios dentro del área mallorquina en dirección a Artá (Son Sancho, Son Canals), y por el Norte (N.-E. de Inca, Moscardi, etcétera), o por el lado de Randa (Puig de S'Escolá, Sur de Randa, etc.), y en Felanitx donde en el afloramiento de la Sangonera quizás resulte concordante con el Luteciense superior. En todas estas localidades se han recogido las siguientes especies de Nummulites:

	Ca'n Canals. S. de Artá	Son Sancho Artá	N. E. de Inca a Moscardi	Sa Sangonera Felanitx	Puig d'Es Call Felanitx	S. de Panda	Puig de S'Escola Panda
<i>N. subfabiani</i>			*	*		*	*
<i>fabiani</i>					*		*
<i>incrassatus</i>			*				*
<i>variolaris</i>				*			
<i>garnieri</i>	*	*					*
<i>bouillei</i>		*					*
<i>striatus</i>	*	*	*	*	*	*	*
<i>contortus</i>					*		
<i>roualti</i>				*			

El conjunto de estos depósitos se caracteriza por sus lechos calizos o calizo-margosos, duros, con niveles cuajados de caparzones de sus Nummulites: en todos estos casos, de difícil extracción. De estos siete afloramientos en los cuales siempre se halla presente el *N. striatus* o más raramente su satélite el *N. contortus*, tan sólo uno, el correspondiente al del Puig d'Es Call (Felanitx) contiene, según Darder, un delgado conglomerado de base. Los demás descansan directamente sobre el Cretácico inferior. A estos nive-

les los consideramos igualmente como términos de paso entre el Luteciense superior al Priaboniense inferior en una posible concordancia, pues en ello el *N. striatus* resulta no solamente constante, sino a veces hasta muy abundante, pudiendo pasar algunos de estos afloramientos a niveles más altos del Priaboniense. Principalmente el d'Es Puig de S'Escolá, Randa, en el cual este piso parece estar completo.

Es de estos niveles con *N. striatus* que provienen los ejemplares de la gran *Natica* del Luteciense superior y de la base del Priaboniense, *Natica* (Ampullina) *capincana* d'Orbigny, antecesora de la *Natica crassatina* del Oligoceno, y acompañada del *Cardium bonelli* Bellardi, así como de unos pocos restos de reducidas colonias de coralaríos.

Estos fósiles se presentan en gran número, pero de tal manera revueltos y desgastados, que tan sólo unos pocos ejemplares pueden ser seleccionados para una clasificación específica. Las localidades más interesantes y que en mayor cantidad los contiene es la de la carretera de Porreras a Lluchmayor, kilómetro 31, y al pie Sur de Randa.

Y desde estos yacimientos pasamos ahora a los niveles más altos del Priaboniense, todos ellos con pequeños Nummulites del grupo *fabiani* e *incrassatus*, acompañados de otras especies más raras o simplemente inconsistentes, como *N. variolarius*, *N. heberti*, *N. bouillei*, *N. tournoueri*, *N. rutimeyeri*, *N. beaumonti*, *N. chavanesi*, no pocas veces mencionados ya con duda por los autores que los han citado en sus obras. Nosotros no hemos podido comprobar la presencia de todos ellos en nuestras colecciones, pero sí algunos de los mismos, como *N. bouillei*, *N. variolarius*, etc. Su distribución en la isla queda indicada en los siguientes yacimientos. En ellos resalta la constancia de la pareja *N. fabiani* y *N. incrassata*.

El Priaboniense parece empezar en bastantes sitios por conglomerados de base. P. Darder los menciona en los alrededores de San Juan, pero de manera muy irregular y siempre de poco espesor: en la porción N.-O. de Manacor el mismo autor dice que «el Partoniense-Ludiense empieza siempre por un conglomerado de base». Conglomerados de la misma edad se encuentran en la trinchera del ferrocarril a Manacor, kilómetro 48, cerca de Sineu, lo mismo que en el Puig de Ponany, del mismo término municipal. En otras localidades puede descansar sobre el Jurásico superior o el Cretácico inferior. En la porción N.-O. de la Sierra Norte encontramos un afloramiento curioso. Se trata del existente en la carretera de Palma a Andraitx, kilómetro 19, hm. 4, y a unos 500 metros al Oeste de las casas del predio de Ses Rotes Veyes. Aquí el Priaboniense con *N. subfabiani* (forma *N.*) en fuerte mayoría sobre el *N. incrassatus* que le acompaña, descansa sobre un lacustre de edad no fijada hasta el presente por no habernos dado fósiles, y en un

	S'ia. Ponsa (Calvia)	Castellet. Son Muntaner (Palma)	N. E. de Inca	N. de Inca	El pujol (Sur de Randa)	E. de Randa	N. de Randa	N. O. de Randa	Junto a Felanitx	O. de San Salvador (Felanitx)	Puig de S'Escolá (Randa)	E. de Puig Galent (Lluchmayor)	Can'n Canals (Artá)
<i>N. fabiani</i> , paso													
a intermedius		*											
<i>fabiani</i>		*							*		*	*	*
subfabiani	*	*			*	*		*	*		*	*	*
incrassatus	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*
subincrassatus													
chavanesi			*										
variolarius					*						*		
heberti											*		
bouillei		*								*			*
ournoueri									*	*			
garnieri											*		
rutimeyeri											*		
beaumonti											*		
Op. alpina											*		

dispositivo como el que muestra la figura 7. Ello nos revela la presencia de zonas lacustres, más bien de reducida extensión sin embargo, durante el Luteciense superior, como habíamos sospechado ya para la región de Felanitx.

Comprobamos, pues, cómo la fase de expansión marina fué iniciándose al final del ciclo luteciense, resultando a su vez más extensa que las anteriores y más acusada en unos sitios que en otros (fig. 2, núm. 3). Pero, en general, sus depósitos poseen poca potencia, como es la regla en la generalidad de los casos para todos esos ciclos, estando formados por calizas duras, algo margosas en unos casos o incluso con algunos lechos de esta naturaleza, entnces sin fósiles de ninguna clase. Sus colores suelen ser igualmente amarillentos. Cuando los Nummulites abundan, suelen disponerse siempre en lechos de espesores variables, pero con una ingente acumulación de sus caparazones: en más raras ocasiones los vemos mezclados con restos triturados de moluscos, equínidos, etc.

En preparaciones de secciones delgadas de rocas hemos podido comprobar la presencia de pequeñas especies de Ortofragminas, constantes pero aisladas, nunca abundantes, y que hasta el presente no hemos podido determinar específicamente por faltarnos un material adecuado para ello. De todas maneras, resulta una buena ayuda para el reconocimiento de estos niveles

Podremos comprobar la constancia de la pareja *N. intermedius-fichtelli* o al menos de uno de los dos en todos los afloramientos mencionados o ya conocidos de nuestros antecesores. Las demás especies que les acompañan serían formas «rodadas» en esta transgresión oligocena, como *N. fabiani* e *incrassatus*, siempre los más abundantes y difundidos en la mayoría de los afloramientos. Detalle natural si pensamos que también son ellos los que más suben en los niveles priabonienses. Las otras formas «rodadas» podemos comprobar cómo se localizan en determinadas regiones, como los *incrassatus*,

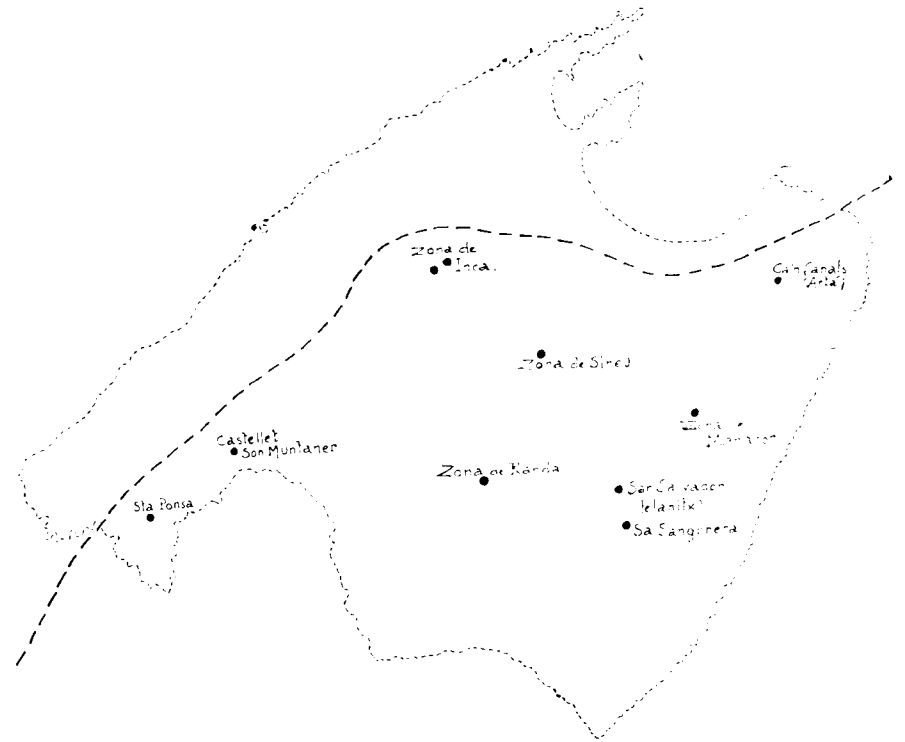


Fig. 8.—Extensión de la transgresión Priaboniense en el área central de Mallorca.

touroucri, *garnieri*, *bouillei* en los alrededores del Puig de S'Escolá (Randa), por proceder de niveles más inferiores situados en aquellas localidades: o se les encuentra irregularmente desperdigados, sin orden alguno, en uno u otro punto. En general, cuanto más antiguas son las especies de Nummulites, menos abundan de manera «rodada» en los lechos de la transgresión oligocena. Del *N. striatus* tan sólo dos afloramientos de esta edad lo contienen, el del Sur de Randa y el situado al Norte del Puig de Galdent (ver cuadro).

Esta transgresión posee modalidades particulares que la distinguen de las anteriores, aunque éstas no sean tampoco de tipo muy exclusivo ni particular a ella.

En primer lugar resultó la más extensa de todas ellas en su progresión hacia el Norte, abriéndose paso por ambos lados de la antigua cuenca en forma de amplio abanico, siguiendo su camino lo mismo por el Este que por el Oeste. Como sus anteriores, resultó también lenta, vacilante e irregular, con retrocesos y nuevos avances. Sus testigos los encontramos actualmente en las series plegadas, de situación más meridional, de la Sierra Norte desde Pollensa hasta la zona de Andraitx: pero no debió de penetrar mucho más

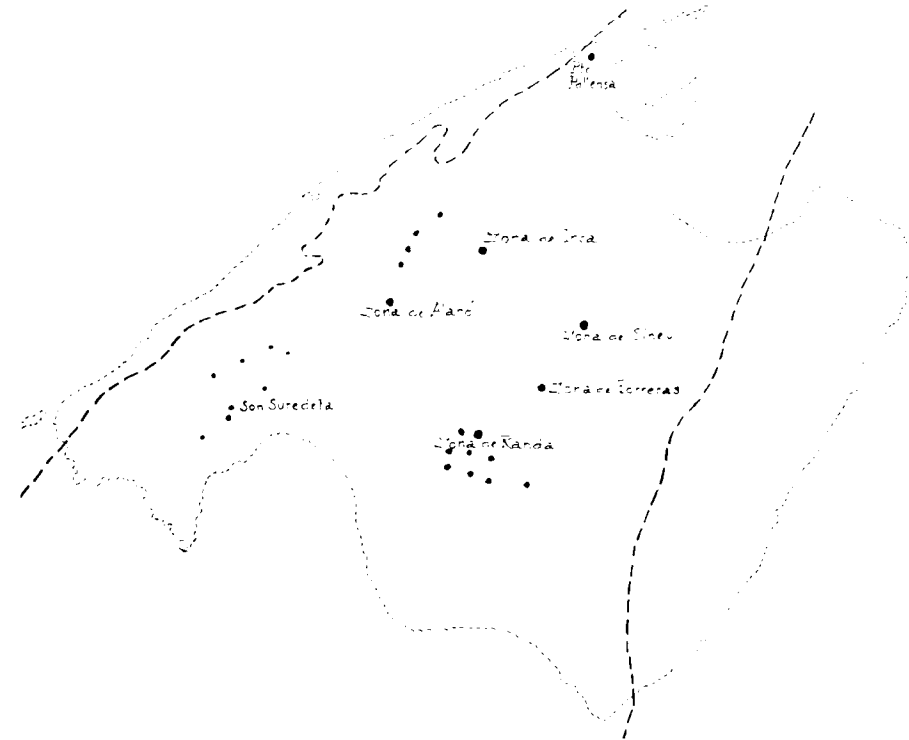


Fig. 9.—Extensión de la transgresión oligocena con *N. intermedius* en el área central de Mallorca.

lejos en este sentido, pues las demás zonas de pliegues de posición ahora más septentrional de la misma Sierra no los contienen. Pero ocupó toda el área central de la isla y por el Este no encontramos sus jalones —aunque hayan podido existir— dentro del verdadero sector de las Sierras plegadas de Levante (1) posiblemente por no haberlos invadido, debido a algún movimiento de emersión local de aquella región (fig. 9).

La transgresión oligocena con *N. intermedius-fichtelli* recubrió, pues, am-

(1) Únicamente hemos encontrado un afloramiento al Sur de Felanitx, junto al cementerio de dicha localidad, con *Halkyardia minima* y *Nummulites* imposible de separar de la roca.

pliamente todo sector del área continental ocupada por las formaciones lagunares (fig. 2, núm. 4), sepultando bajo sus depósitos todo lo que aún subsistía de sus formaciones limnias, pero reducidas ya en aquellos tiempos a vastas sábanas de agua dulce de muy escasa profundidad y en proceso gradual de colmatación final. Pero en otros casos abarcó zonas de terrenos más antiguos, principalmente los del Cretáceo inferior o medio.

Los elementos litológicos de esta transgresión comprenden tres términos principales: en algunos casos varios metros de conglomerados de base (tres o cuatro metros), pudiendo alternar con ellos lechos margosos de irregular espesor, pasando a calizas-margosas detríticas. En tales casos se presenta la pareja del *intermedius-fichtelii*. Seguidamente vienen areniscas calizas cargadas de Miliólidos y, finalmente, otras calizas arenosas, sin fósiles. Las primeras hállanse reducidas también a unos pocos metros (2-3 metros), pero las segundas pueden alcanzar potencias de hasta los 20 ó 30 metros. Son las más características de estos depósitos.

Pero hemos podido comprobar que la marcha del mar oligoceno hacia el Norte resultó siempre de manera muy lenta y en diversas direcciones, según las localidades, puesto que en no pocos casos encontramos a sus sedimentos con Miliolas y los citados Nummulites intercalados hasta tres veces entre los depósitos lacustres más altos del Estampiense inferior, lo que tiende a demostrar la acción de múltiples oscilaciones antes de que el régimen marino se afirmara de manera definitiva y anulara por completo a los depósitos lagunares. Así, pues, no es extraño encontrar ahora lechos lacustres cargados de restos de algas del grupo de las Cianofíceas, alternando con las consabidas calizas arenosas repletas de Miliolas.

Esta transgresión se inició la más de las veces por los mencionados lechos margosos y de Miliolas: los conglomerados que en determinados casos les acompañan no representan, a nuestros parecer, más que un episodio fugaz, pero intenso, de una erosión marina siempre localizada, o la persistencia de una aportación tardía aun dentro de la misma laguna, procedente de una última fase de colmatación continental.

De todos estos depósitos el más interesante para el geólogo es el de las calizas arenosas con Miliólidos que aparecen ampliamente extendidas en la base de casi todos los afloramientos de esta edad, y no solamente por su contenido en microfósiles, sino también porque cuando se hallan en bancos de algún espesor resultan una gran ayuda para identificar esta transgresión en pleno campo.

En la zona plegada de la Sierra Norte suelen ser frecuentes tales depósitos en las estribaciones meridionales de la misma, límite unas veces real y en otros debido a una fase de erosión en su situación hacia el Norte. En todos estos casos se trata siempre de antiguos depósitos arenoso-calizos correspondientes a vastas zonas de playas, cual las actuales praderas de Posidonias

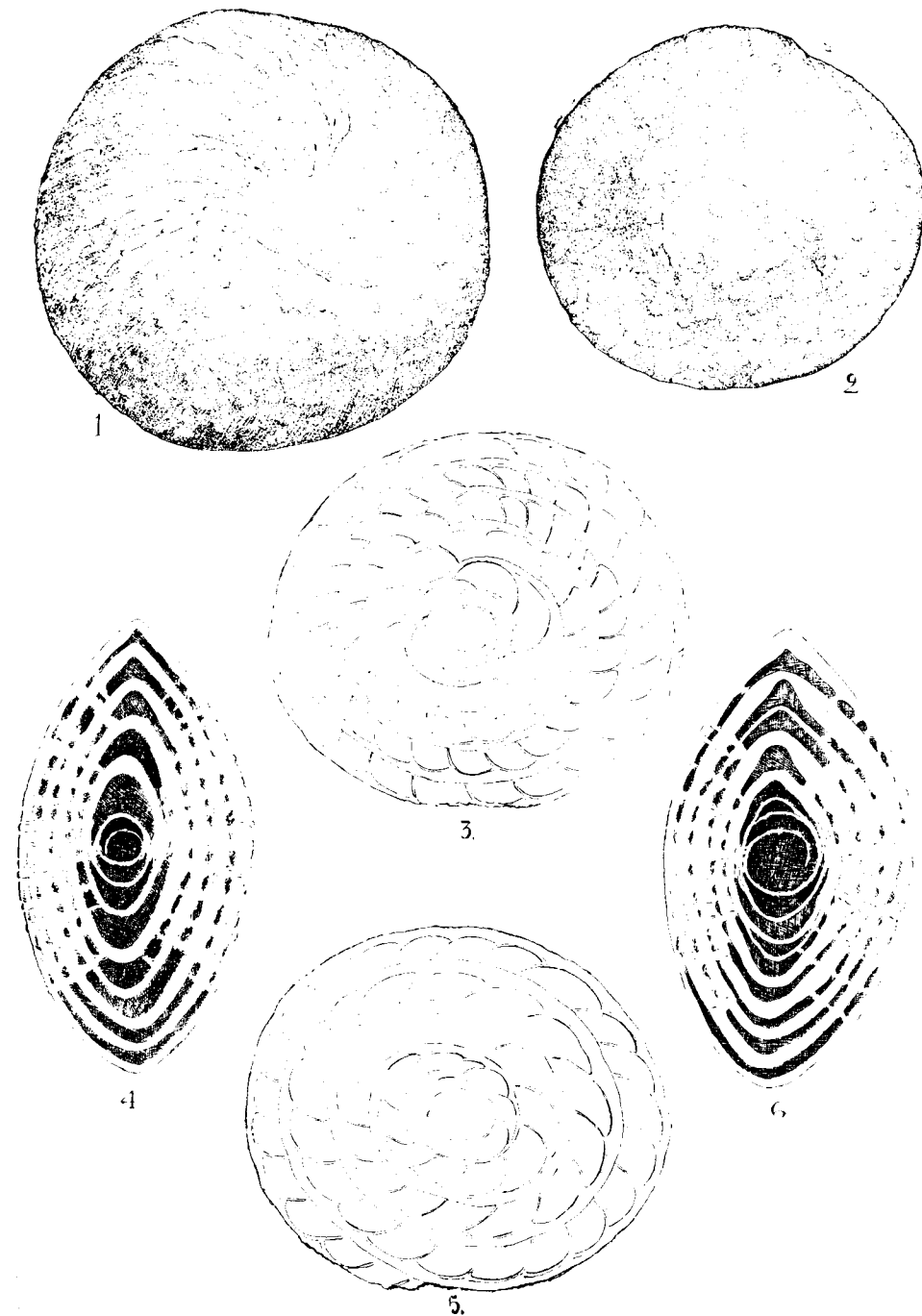


Fig. 10.—Núms. 1-6. *Nummulites roualti* d'Archiac y Haime. N

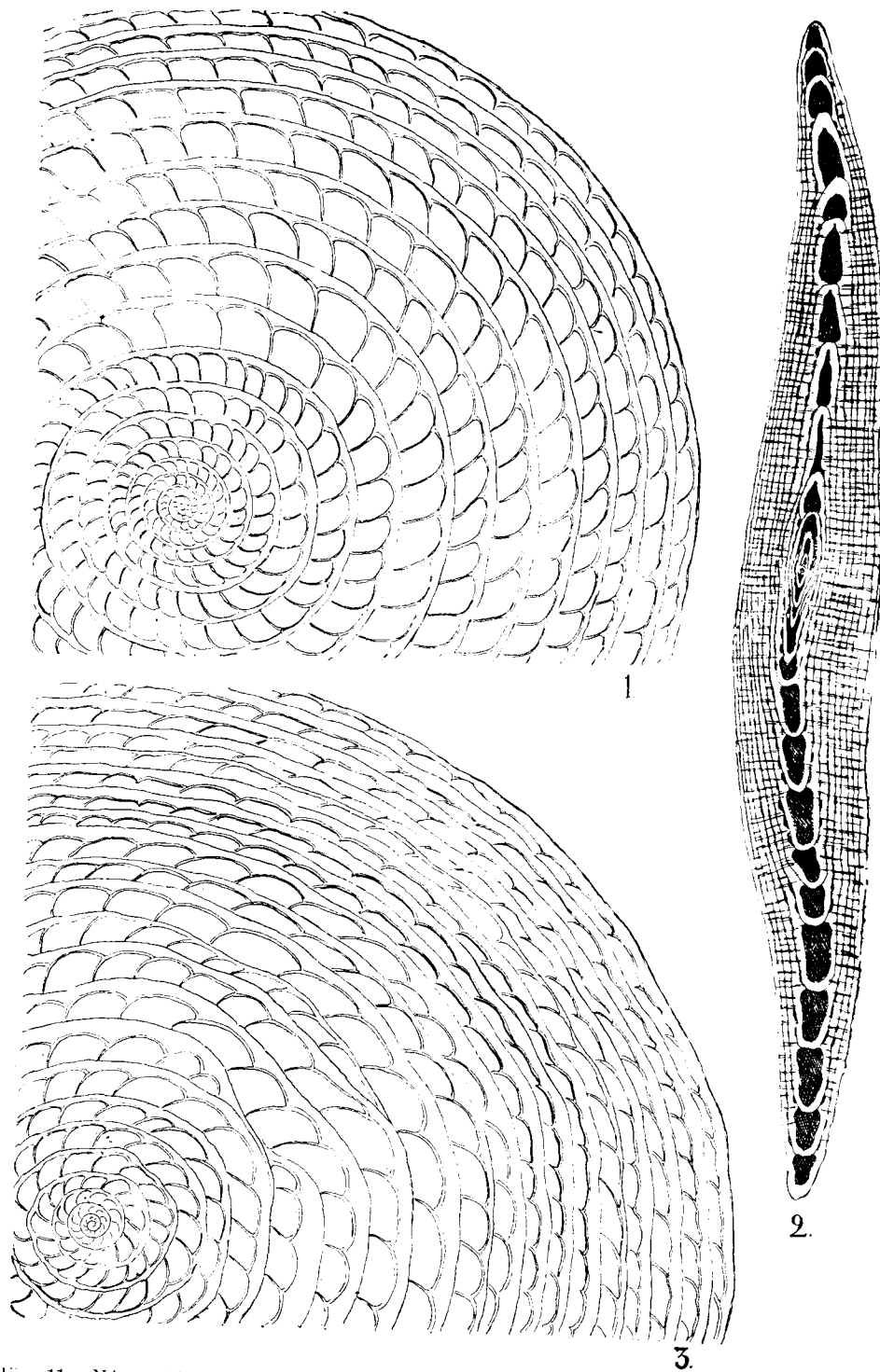


Fig. 11.—Núms. 1-2. *Nummulites bronniarti* ssp. *puschi* d'Archiac, N.—Núm. 3. *Nummulites perforatus* (Montfort). Sección ecuatorial, N.

Una inmensa cantidad de foraminíferos con conchas del tipo *porcelanoide*, como las *Miliolas*, *Peneroplis*, etc., vivieron en tales zonas de playas que lentamente iban también desplazándose en dirección al Norte. Representan, pues, estos sedimentos antiguas playas tropicales con sábanas de aguas muy someras y en las que se desarrollaron un considerable número de especies del gran grupo de los Miliólidos (*Quinqueloculinas*, *Triloculinas*, *Nummuloculinas*, *Sigmoilinas*, *Spiroloculinas*), principalmente del grupo eoceno-oligoceno con *abertura cribosa* llamadas *Pentellina*, seguidas del poliformo conjunto de los *Peneroplidae*, con sus géneros *Peneroplis*, *Dendritina*, *Spirolina* (lám. 20) y entre los cuales encontramos otras formas todavía más típicas del ambiente tropical como los *Archaias* (lám. 20) y las *Archiacina* (fig. 27, núms. 4-5). Además, en determinados afloramientos hemos podido comprobar la presencia de pequeños representantes del género *Neoaikocolina* (lám. 21, núms. 1-3), pero que por su deficiente estado de conservación no nos ha sido dable determinar específicamente.

Al morir estos foraminíferos, sus caparazones eran arrastrados por las aguas hacia determinadas zonas de las playas, concentrándose entonces en zonas tranquilas, sin corrientes, etc., viniendo a constituir de esta manera vastos tanatocenosis desplazados de sus puntos de origen y donde nos aparecen ahora profusamente mezclados los diversos componentes de los biotopos de este tipo de praderas características de las zonas de playas, como la pareja de los mencionados Nummulites, más otros foraminíferos de conchas *hialinas*, cual los *Cibicides* del grupo específico del *C. lobatula* actual, juntamente con una *Accretulina* muy abundante (lám. 22), la cual vivía adherida a las algas u otros organismos. Con ellos convivieron las *Halkyardias* (figura 28) y un abundante conjunto de *Neorotalias* como *N. armata* (d'Orbigny) (fig. 26, núms. 1-12) y otras formas con ella relacionadas, más la *Neorotalia ornatissima* (fig. 26, núms. 4-6), siempre más escasa, juntamente con especies de *concha arenosa* pertenecientes al género *Valvulina* (lám. 23, números 1-6) y un solo representante del grupo de los *Elphidium*, el diminuto *E. cf. sphaericum* (fig. 27, núms. 6-7). Con ellos se observan fragmentos de algas caulizas (Melobesias), Dasicladáceas, restos de colonias de Briozorios, púas de equínidos, etc. En fin, todo un mundo de restos de delicados organismos costeros, revueltos y fragmentados por el oleaje. Todo ese conjunto de organismos responde bien a los biotopos equivalentes a los de las playas actuales de los mares templados o tropicales, a base de amplias praderas de *Posidonia* sobre fondos arenosos, bien expuestos a la luz solar.

Las conchas de tipo porcelanoide de Miliólidos y *Peneroplis*, ofrecen aún un excelente estado de conservación, resaltando sus secciones en las preparaciones de rocas con sus colores naturales, rojizos. No obstante, en no pocos casos comprobamos cómo una buena parte de ellas han sido medio apropiado para un intenso desarrollo de los micelios de los hongos calcícolas (algas

perforantes), los cuales alteraron y transformaron intensamente la estructura natural de las paredes de sus cámaras en un compacto agregado de finos cristales de calcita: resultado final de la acción de los micelios y resaltando ahora estas partes de las conchas con tonos oscuros, grisáceos, respecto a las otras que se vieron libres de aquéllos. La acción de los hongos llegó a ser tan intensa en determinados casos, que la concha de un Miliólido pudo llegar a desaparecer casi por completo, quedando de ella únicamente un conjunto gris de pequeños cristales de calcita. Estos detalles han sido ya estudiados en anteriores publicaciones (Colom, 1929, 1952, 1953) y no se insistirá más aquí sobre este punto; pero todos ellos nos permiten la reconstrucción precisa de esta clase de biotopos costeros.

Otro dato curioso es el que revelan algunas conchas de *Quinqueloculina*, *Idalina*, etc., donde aparecen excelentemente conservados en el interior de sus cámaras los numerosos y diminutos gamontes procedentes de una división esquizogónica, con sus pequeñas conchas globulares constituidas ya por una fina pared caliza y una o más cámaras complementarias en las fases más avanzadas de su desarrollo; pero estas últimas son muy raras, puesto que su desarrollo corresponde ya al medio exterior (lám. 18, núms. 10 y 11), fuera ya de la concha-madre.

Un término basal tan rico en Miliolas como el que acabamos de describir, no lo conocemos en las transgresiones anteriores que ya hemos reseñado. Sin embargo, en determinados casos también poseen lechos de caliza zoogenas-detriticas en los cuales los Miliólidos abundan. Pero están siempre más localizados y no alcanzando la extensión e importancia de las de la transgresión con *N. intermedius*. La *Acerculina gunez-Muccai*, es también exclusiva de esta transgresión.

En cambio, las areniscas-calizas que siguen a las anteriores y cuya potencia resulta siempre mayor se hallan desprovistas de fósiles o tan sólo contienen de tarde en tarde algunos caparazones de *N. intermedius* o *fichtelii*. Son depósitos de naturaleza detritica, producto de una fina trituración de las rocas mesozoicas de los antiguos geosinclinales balearicos y entre cuyos testigos pueden aún reconocerse las calizas con «Halobias», con radiolarios, con tintinidos (*Calpionelas*), etc.

En la porción central de la isla y, sobre todo, en su región del N.-O., correspondiente a la Sierra Norte, los lechos margosos que se intercalan de cuando en cuando entre ellas contienen bastantes ejemplares de la *Natica* (*Megastylotus*) *crassatina* Lamarck (Roman, 1927), forma oligocena derivada de la *N. rapincana*, ya mencionada para los depósitos del Luteciense superior o de la base del Priaboniense (lám. 24). La primera es muy común y característica en la cuenca oligocena de París. Es un ejemplo más de las relaciones de estas faunas del Tethys con las de las cuencas del Norte.

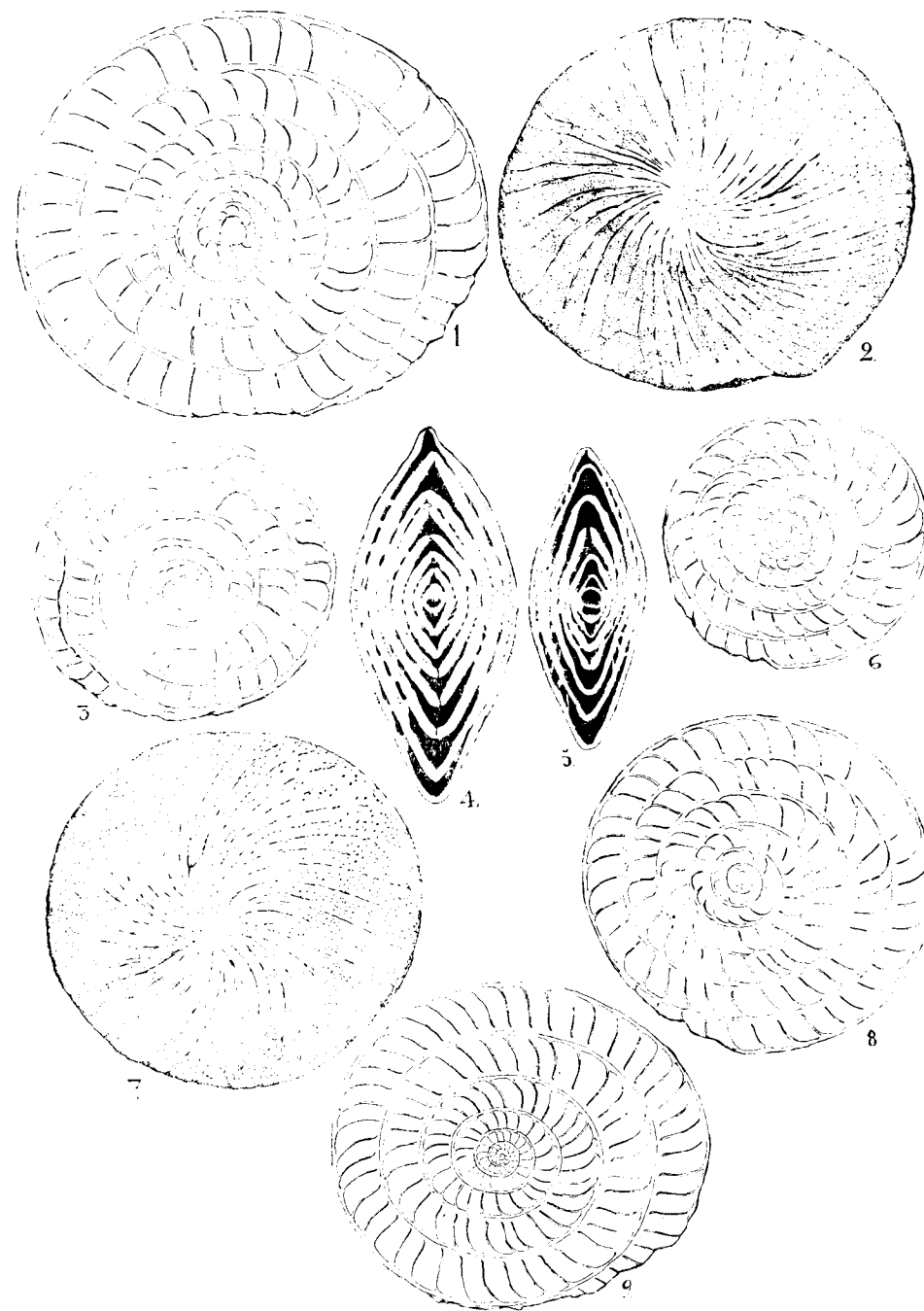


Fig. 12. Nums. 14. *Nummulites striatus* Brugière.—Núms. 58. *N. striatus* pasando a *N. bouillei* de la Harpe.—Núm. 9. *Nummulites bouillei* de la Harpe. X.

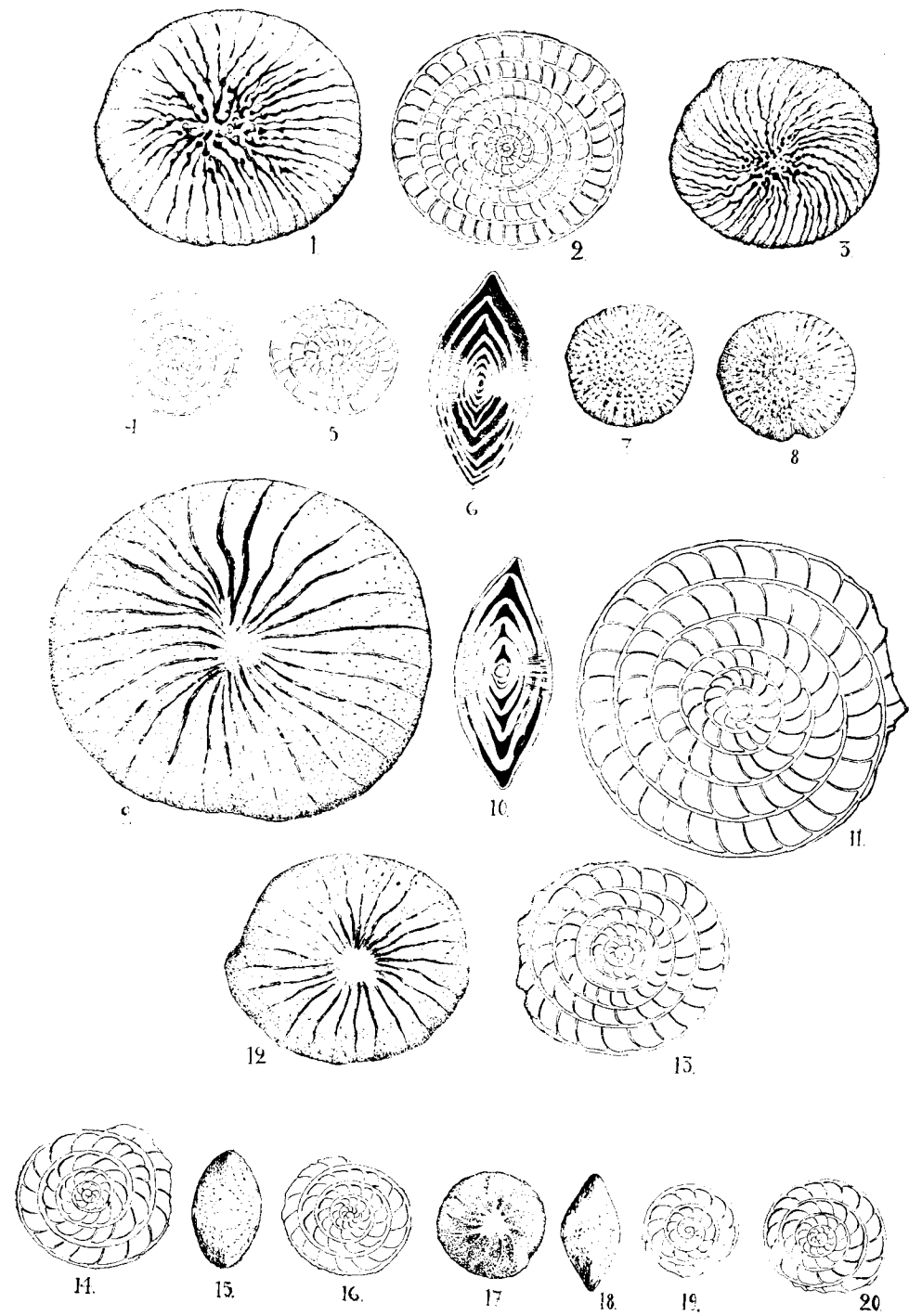


Fig. 13. Núms. 1-8. *Nummulites garnieri* de la Harpe, grandes y pequeñas formas. Números 9-13. *Nummulites incrassatus* de la Harpe.—Núms. 14-20. *Nummulites variolaris* Lamarek. X.

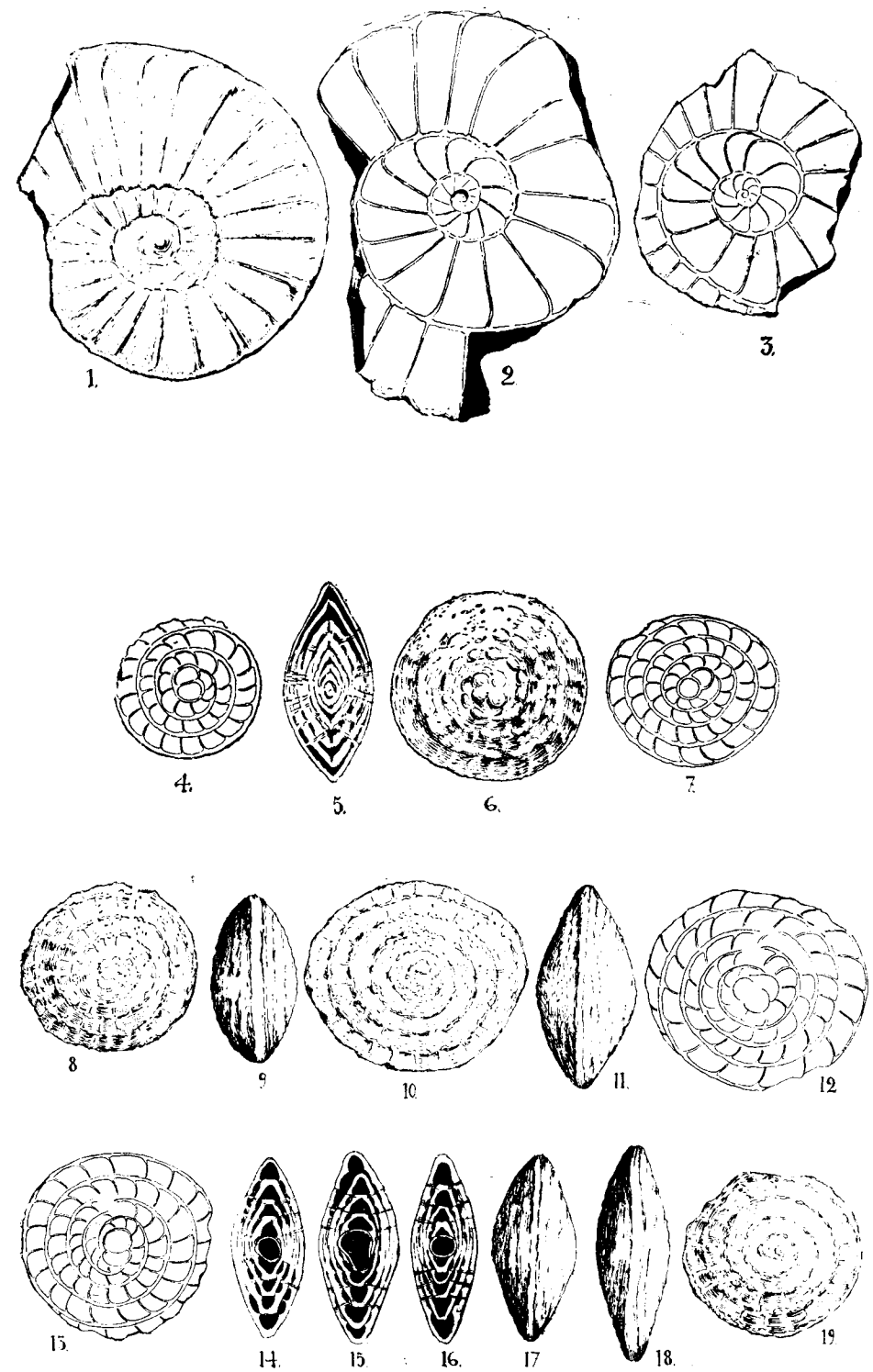


Fig. 14. Núm. 1. *Operculina alpi* H. Douville, del Puig de Gallent. Núms. 2-3. *O. alpi* var. *multiseptata* Silvestri, de la mina «San José» (Felanitx).—Núms. 4-7. *Nummulitica fabiani* Prever. Núms. 8-10. *N. fabiani* pasando a *N. fichteli*. X.

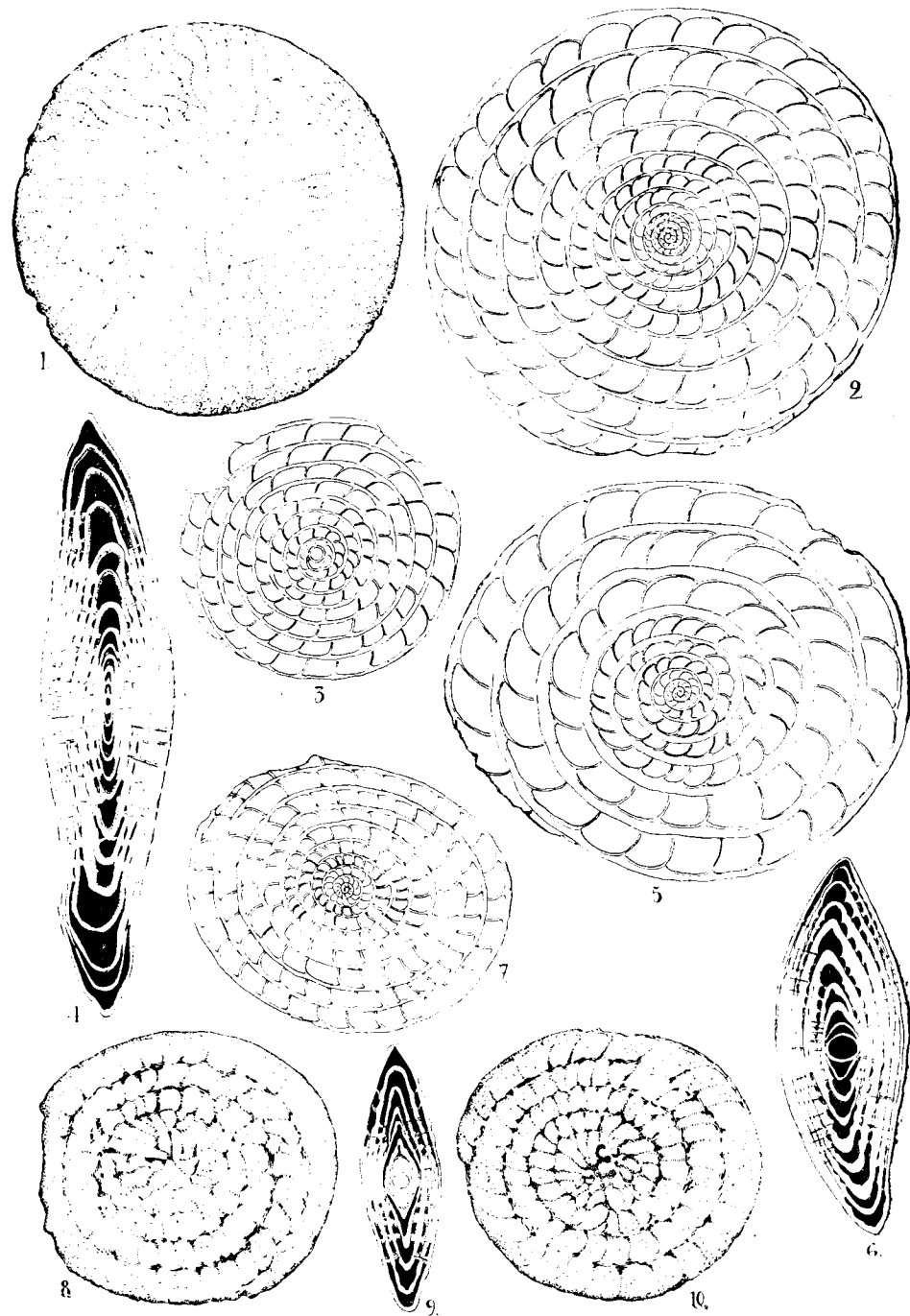


Fig. 15. Núms. 1-6. *Nummulites intermedius* d'Archiac.—Núms. 7-10. *Nummulites fichtelii* Michelotti. X.

De todos estos organismos, los más importantes para darnos la edad de tales formaciones son las dos especies de Nummulites, tantas veces mencionados, las Halkyardias, juntamente con las Archiacinas. Estas últimas pueden alcanzar fuerte talla, habiendo medido ejemplares de hasta seis mm. de diámetro, siendo bien visibles a simple vista en las muestras ricas en Miliolitas, donde se hallan con mayor frecuencia. Las tres formas mencionadas son oligocenas. Pero recientes trabajos sobre las Halkyardias han demostrado que éstas poseen una distribución en el tiempo más vasta de lo que se creía hasta hace unos años, pudiéndose encontrar también en el Priaboniense. Este detalle limita su valor estratigráfico. Pero también es cierto que, al menos hasta el presente, la *H. minima* (fig. 28) la hemos encontrado siempre en Mallorca tan sólo en el Oligoceno.

El avance de este frente transgresivo, caracterizado principalmente por sus depósitos de playas calizas y entre los cuales los lechos de conglomerados representan tan sólo incidencias locales, debió de ser lento en extremo. Pero tras él fueron pereciendo paulatinamente todos los limnobiots que aún subsistían de las grandes formaciones limnias del Sannoisiense y del Estampiense inferior, reducidas ya en estos instantes a delgadas sábanas de aguas repletas de algas Cianofíceas (Colom, 1961).

Es sobre tales depósitos que encontramos ahora al gran contingente de los conglomerados oligocenos alternando con areniscas groseras en algunos casos y en conjunto de hasta 250 metros de espesor, principalmente en las regiones de Andraitx, Calivá y porción N.-O. de la Sierra Norte. En la zona central de la isla pueden alcanzar igualmente espesores de 30-40 metros y en dirección al N.-E. vuelven a presentar espesores de hasta 90 metros.

Nuestros antecesores creyeron que tales depósitos formaban parte de un solo conjunto transgresivo dependiente de los depósitos con *N. intermedius-fichtelii* y por tal motivo los consideraron siempre relacionados con la transgresión del Estampiense superior. Nosotros, en cambio, juntamente con J. Oliveros (1959 y 1960), pensamos haber demostrado que tales conglomerados son de edad algo más reciente, sea Chattiense o Aquitaniense, pues se da el caso que si en no pocas localidades su masa compacta se presenta invariable dentro de este tipo, en otras, principalmente en la zona central de la isla, se intercalaron entre ellos delgadas formaciones margosas, lagunares, conteniendo restos de una Carácea, la *Rhabdochara langeri* (Ettingshausen) que indica una edad oligocena alta como la que hemos apuntado más arriba.

Por tales motivos esas grandes masas de conglomerados nada tienen que ver con la transgresión de *N. intermedius*: son posteriores a ella. Representan, en cambio, la acción de una intensa fase de erosión continental sobre los macizos emergidos de aquella época, viniendo a coincidir con bastante exactitud con la que ha descrito recientemente Ph. Mangin (1960) en la zona pirenaica y relacionada en cuanto concierne con las baleares con un nuevo

intenso período de desmantelamiento de las tierras emergidas que se extendían por el Norte y el N. E. de la primitiva cuenca lacustre, es decir, las del *Macizo catalán* y las del área paleozoica de Menorca. Esos conglomerados resultan particularmente frecuentes y con un manto de gran potencia en la porción S.-O. de la Sierra Norte, disminuyendo progresivamente sus espesores en dirección al Este. Pero su potencia vuelve a ser notable en la zona central, al N.-E. de Inca, Sineu, etc., viniendo a encerrar en su centro, en la región actual de Inca, retazos aislados de formaciones lagunares con la mencionada *Rhabdochara langeri*. En tales casos puede comprobarse cómo estos conglomerados alternan con las mencionadas formaciones límnicas que, a su vez, son las que nos indican la edad de estas vastas formaciones detríticas.

No seguiremos ahora su historia, pues su ciclo no pertenece ya al de las transgresiones que aquí han sido estudiadas. Pero hemos querido mencionarlos para hacer resaltar las diferencias que existen en cuanto a su interpretación actual con la de nuestros antecesores, a fin de evitar desde este momento falsas interpretaciones basadas todavía sobre datos que ahora resultan anticuados.

Durante el transcurso de los tiempos Lutecienses, Priabonienses y del Estampiense superior, toda la futura área balear disfrutó de una completa calma orogénica. Su zócalo profundo, correspondiente al del Sur del *macizo catalán*, sufrió naturalmente repetidos movimientos verticales o basculatorios, causa directa, seguramente, de los desplazamientos de las aguas marinas que ya hemos estudiado. Pero ningún movimiento de compresión lateral vino a perturbar esta porción de la corteza terrestre. Tan sólo al final del Oligoceno las fuerzas orogénicas empezaron a iniciar las primeras fases de plegamiento. Pero su estudio no entra ya dentro del cuadro de este trabajo.

Al final de estas líneas queremos insistir sobre algunos de sus puntos. Uno de ellos es el de la atribución estratigráfica de las reducidas cuencas lagunares relacionadas con el Luteciense superior o del Priaboniense, puesto que podrán sufrir con el tiempo no pocas alteraciones. Pero de momento no podemos aportar mayor precisión.

Por otra parte, la impresión que actualmente tenemos respecto a la formación y a la ecología de los depósitos marinos y lacustres del Nummulítico mallorquín es de que se trataba de extensas zonas de tierras bajas sobre las cuales se fueron sucediendo repetidas invasiones marinas seguidas regresiones, movimientos oscilantes, basculatorios, que en unos sitios dieron una continuidad de sedimentación y en otros sus aguas fueron desplazadas y transgresivas sobre superficies más antiguas. Pero todo esto siempre a base de movimientos moderados y muy localizados. La transgresión con *N. intermedius* fue primera que, por su importancia, vino a romper este sencillo juego de fluctuaciones tan localizados.

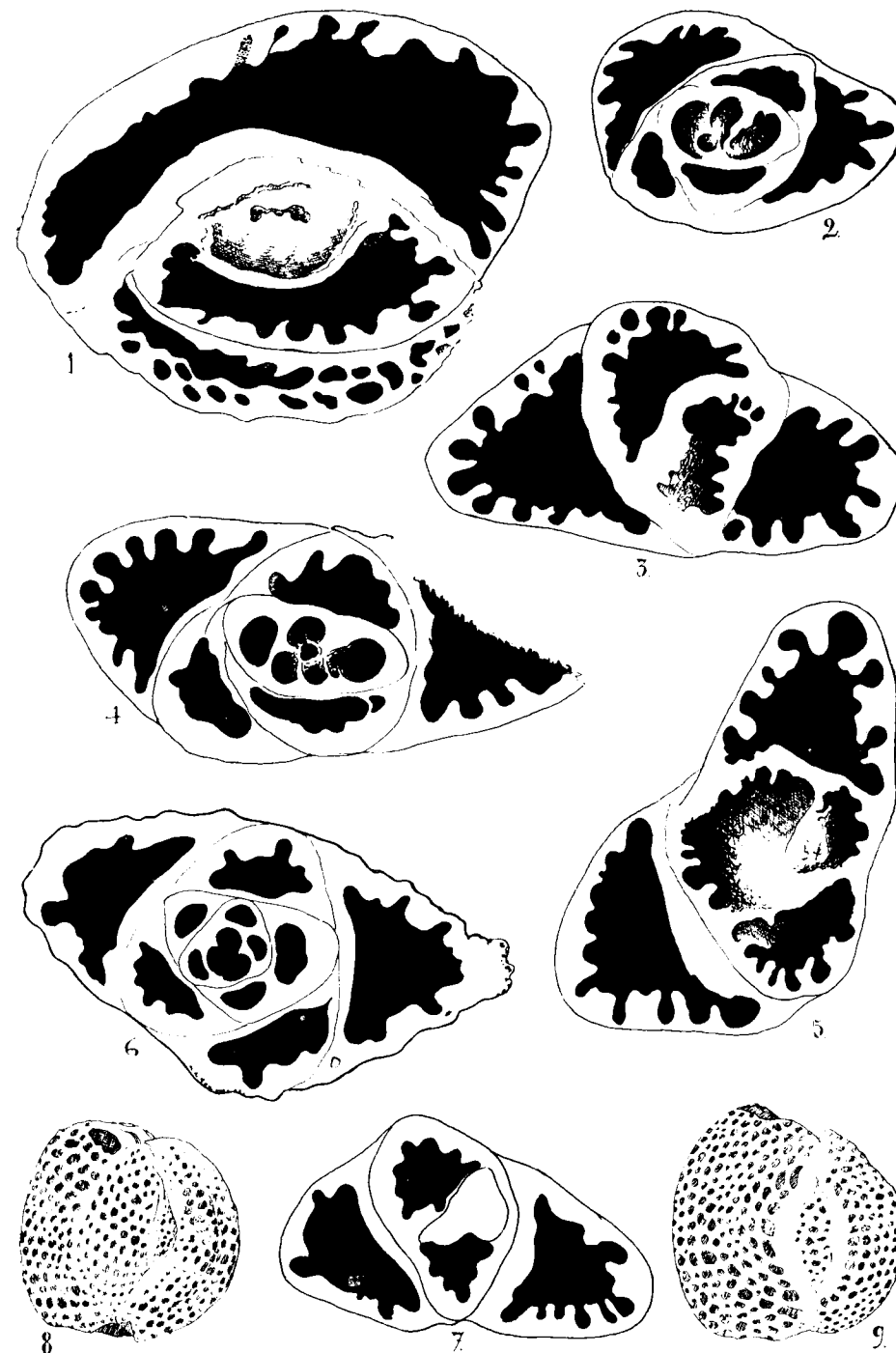


Fig. 16.—Núms. 19. *Quinqueloculina labyrinthica* n. sp. — Núms. 17. Secciones ecuatoriales. X.—Núms. 89. Ejemplares aislados. X.

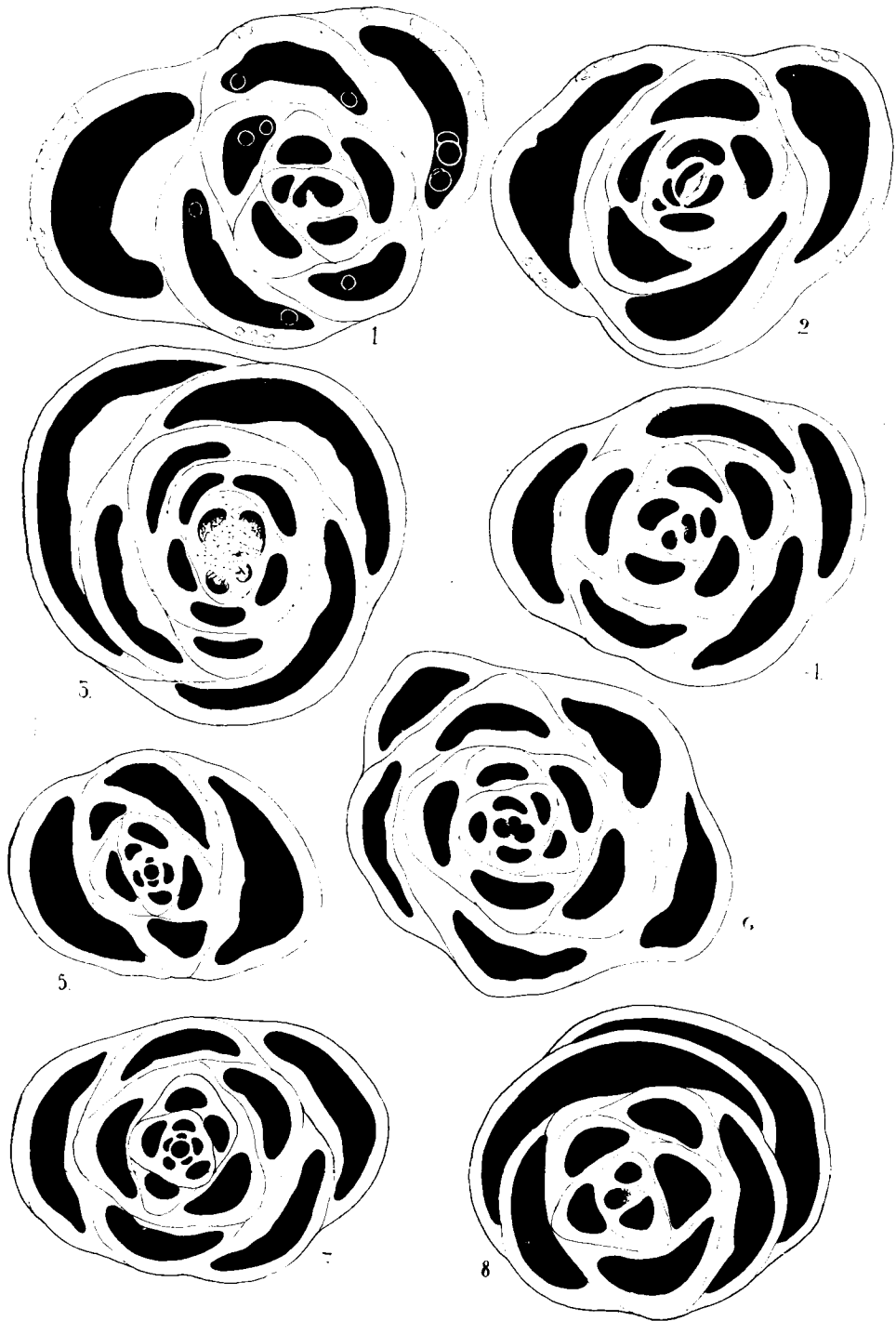


Fig. 17.—Núms. 1-8. *Idalina laminata* n. sp. Diferentes secciones de esta especie, algunas de ellas ligeramente tangenciales. X.

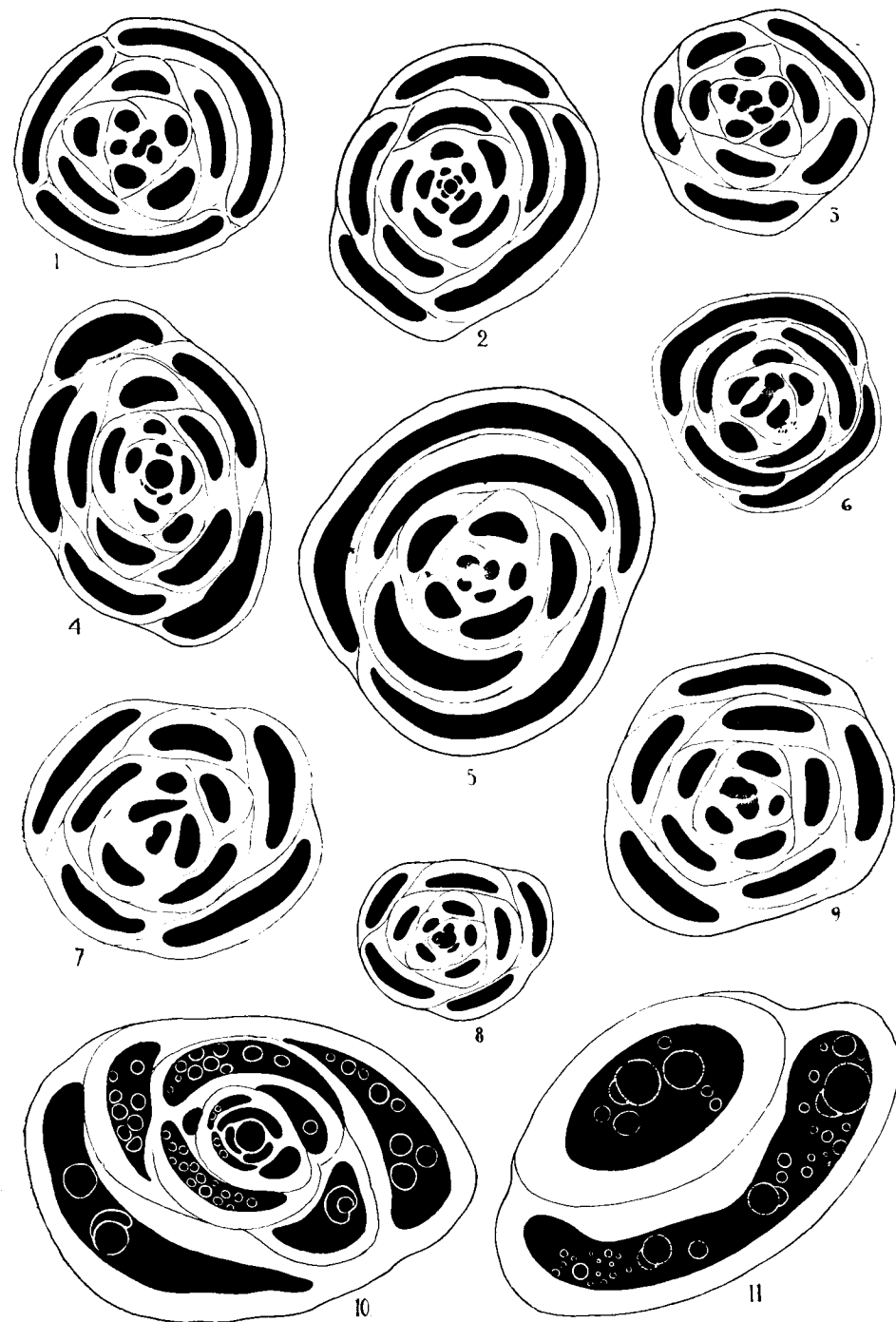


Fig. 18. Núms. 1-9. *Idalina cf. bertholini* Schlumberger. Diferentes secciones equatoriales de esta especie.—Núms. 10-11. *Idalinas* (?) conteniendo en el interior de sus cámaras y en perfecta conservación, numerosos gametos procedentes de una división esquizogámica. Algunos, los de mayor talla, habían iniciado la formación de su segunda cámara. X.

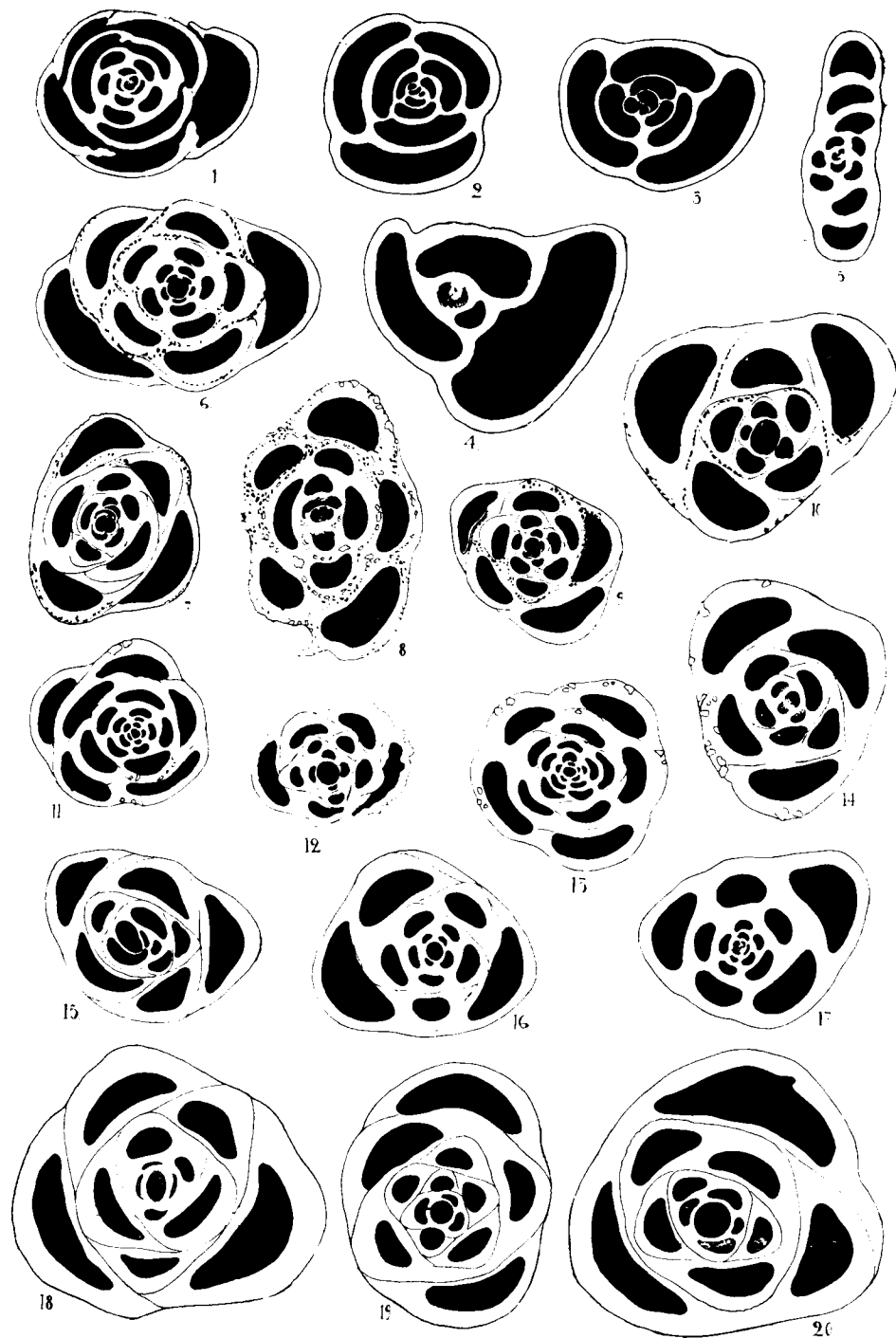


Fig. 19.—Núm. 1. *Nummuloculina* sp. Sección ecuatorial.—Núms. 2-4. Diferentes cortes de *Triloculina*. Núm. 5. *Sigmollina* cf. *guespellensis* Schlumberger.—Núms. 6-10. *Quinqueloculina* sp. Núms. 11-20. Diferentes especies del género *Quinqueloculina*, N.

NOTAS PALEONTOLÓGICAS

Nuestro deseo hubiese sido llevar a cabo una revisión de todas las especies de Nummulites citadas hasta el presente de Mallorca y Cabrera. Pero de momento no ha sido ello posible, aunque tal vez lo intentemos más adelante. Por tal motivo presentamos aquí únicamente algunas observaciones sobre las especies más abundantes en casi todos los yacimientos y a base de materiales recolectados por nosotros.

El grupo de los Nummulites.—Todos los autores que se han ocupado del Eoceno mallorquín han podido comprobar la extrema abundancia de la pareja de *Nummulites perforatus-rotulii* (lám. 11, núms. 3-4; lám. 10, núms. 1-6) durante el Luteciense superior, no siendo la isla de Cabrera una excepción a la regla. Las grandes formas aplanadas que les acompañan en determinados afloramientos (*N. complanatus*, *brogniarti*, etc.), son siempre escasas. Por tal motivo la mencionada pareja es la que mejor caracteriza este piso en Mallorca.

Una sorpresa y una novedad ha sido encontrar en Mallorca al *Nummulites brogniarti*, ssp. *puschii* (d'Archiac) (lám. 11, núms. 1-2). La hemos recogido en los afloramientos de Ca'n Massiá, entre la carretera de Felanitx y Manacor y también en Ca'n Coli (Felanitx), estando acompañada en el primero por la *Alveolina fustiformis* Sowerby (Pl. 1, núms. 3-4). La forma A, la más abundante, resulta muy aplanada, pero la disposición interna de sus cámaras revela bien la presencia de esta especie, pero representada aquí por su variedad o subespecie *puschii* (d'Archiac) (= *Nummulina puschii* d'Archiac 1850, de los Cárpatos). Esta especie se desarrolla desde el Luteciense superior hasta la base del Priaboniense. Pero en Mallorca creemos que se halla siempre restringida en los horizontes del Luteciense superior.

El *Nummulites striatus* Bruguière abunda en determinados afloramientos (lám. 12, núms. 1-4), siendo una especie muy interesante para la estratigrafía balear. Su tamaño suele oscilar casi siempre entre los 4-5 milímetros de diámetro, siendo sus formas megaloesféricas las más abundantes.

Nummulites garnieri de la Harpe. Hemos podido comprobar repetidas veces la constancia de esta especie en no pocos afloramientos del Priaboniense. Su estriación y granulosidad superficial, además de su forma claramente biconvexa, la caracterizan fácilmente. Su tamaño suele fluctuar entre los 1 y 2 milímetros de diámetro, siendo los más abundantes estos últimos. Es también notable la regularidad de sus cámaras y espiral interna (lám. 13, números 1-8).

Nummulites variolaris Lamarck (= *Lenticulites variolaria* Lamarck, 1804) lo hemos encontrado en bastantes yacimientos priabonienses, pero ten-

diendo a pasar desapercibido a causa de su diminuto tamaño: lo más unos dos milímetros de diámetro (lám. 13, núms. 14-20).

Otra especie de reducidas dimensiones que también hemos buscado con interés entre nuestros materiales ha sido el *Nummulites stellatus* Roveda, descrito recientemente por este autor (1961), procedente de los afloramientos clásicos de Priabona y compañero muy constante de las dos formas que tanto abundan en Mallorca, el *Nummulites fabiani* y *N. incrassatus*. Pero no hemos podido verificar su presencia

Nummulites incrassatus de la Harpe. Muy abundante en casi todos los yacimientos priabonienses. Su tamaño suele variar entre 3 y 4 milímetros de diámetro. Su forma biconvexa y su estriación superficial más radial, más regular y menos densa que en *N. striatus*, unido a sus caracteres internos, permiten distinguirlo fácilmente (lám. 13, núms. 9-13). El *N. fabiani* suele ser el compañero del anterior, encontrándolo también con gran constancia en los mismos niveles. Aun cuando su conservación resulte mediana, no es difícil entonces reconocerlo por su aspecto externo y separarlo del complejo que le acompaña por la acusada biconvexidad de su caparazón y la presencia de sus pústulas espirales. En la mayoría de nuestras secciones han aparecido formas megaloesféricas (lám. 13, núms. 4-7). Su compañero, el *subfabiani*, más aplanado, pero con múltiples términos de paso, es también frecuente. En los niveles más altos del Priaboniense es donde aparecen numerosos ejemplares de tránsito al *N. fichteli* (lám. 14, núms. 8-13) hasta dar formas aplanadas, algo retorcidas, y con los caracteres del *fichteli* más acusados.

Finalmente, el *Nummulites fichteli*, típico (lám. 15, núms. 7-10) y el *N. intermedius*, a veces este último con caparazones de fuerte talla y muy aplanados, son las dos formas características de la transgresión oligocena (lám. 15, núms. 1-6).

La *Operculina albina* H. Douville, la hemos encontrado únicamente en dos localidades: una en el Puig de Galdent (Felanitx), y la otra en Felanitx (Mina «San José»). De este modo podemos confirmar su presencia en el Priaboniense mallorquín. En la primera localidad está representada por su forma típica, con tabiques radiales, volviéndose algo granuloso: en la segunda todos los ejemplares, aunque muy fragmentados, parecen pertenecer a la variedad *multiseptata* Silvestri, 1937, cuyos tipos provienen del Eoceno inferior (?) de Trípoli.

Otras especies de foraminíferos pertenecientes a otros grupos son interesantes para la estratigrafía de la isla. Las más notables son las siguientes:

Orbitolites complanatus Lamark (Lám. I, figs. 1 y 2).

Es la primera vez que esta especie se menciona en el área balear. En Son Riera (Sineu), de donde provienen los primeros ejemplares que recogimos,

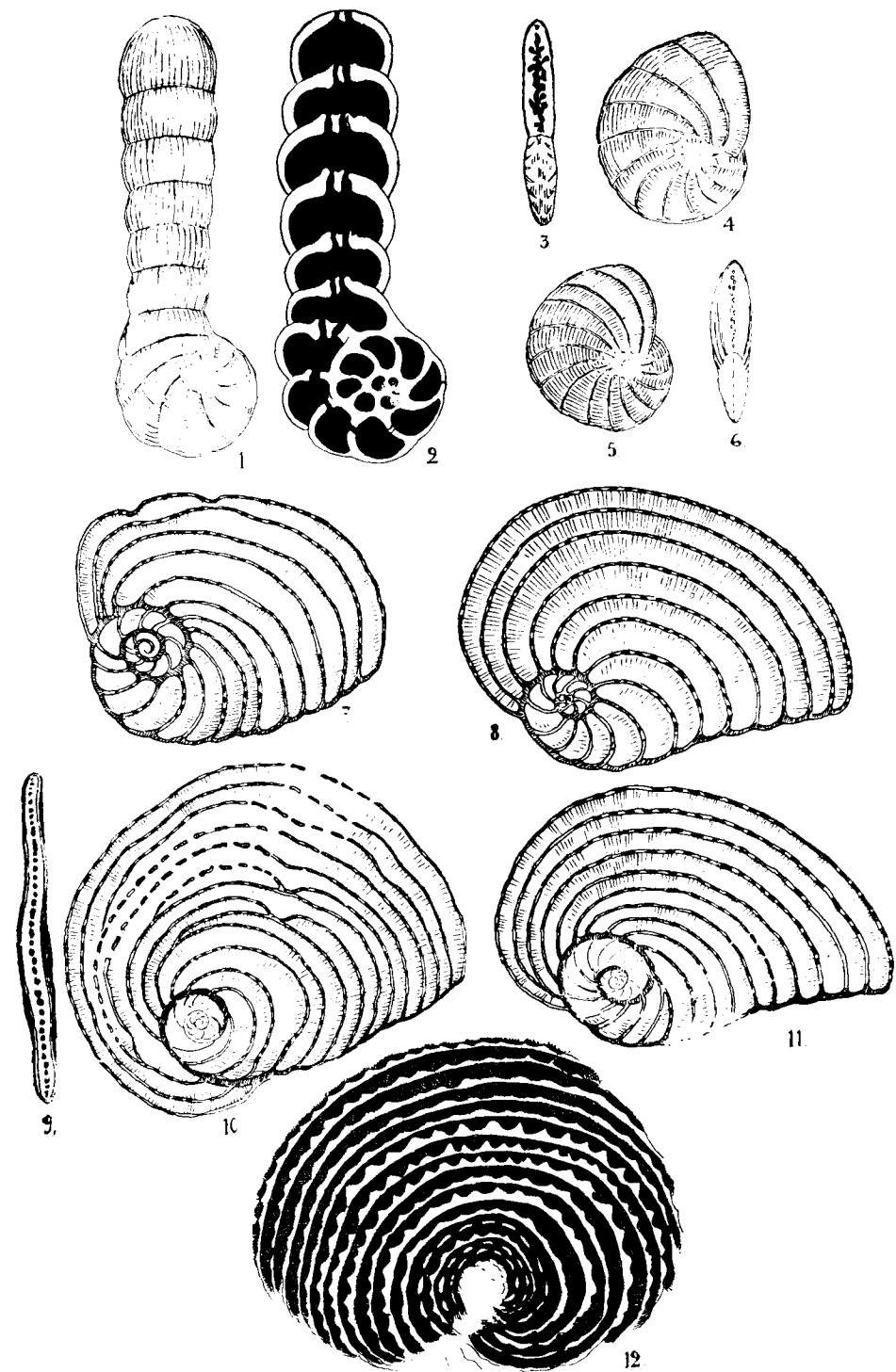


Fig. 20. —Núms. 1-2, *Sprolina cylindrica* Lamarek. — Núm. 1. Ejemplar aislado. — Núm. 2. Sección longitudinal. — Núms. 3-4, *Dendritina* sp. — Núms. 5-6, *Penceroplis* del grupo del *P. pectatus* (Forskal). — Núms. 7-11, *Penceroplis* del grupo *P. planatus* (Fichtel y Moll). — Número 12, *Archaia* sp., provenientes de los lechos con *Mifolias* de la transgresión oligocena, X.

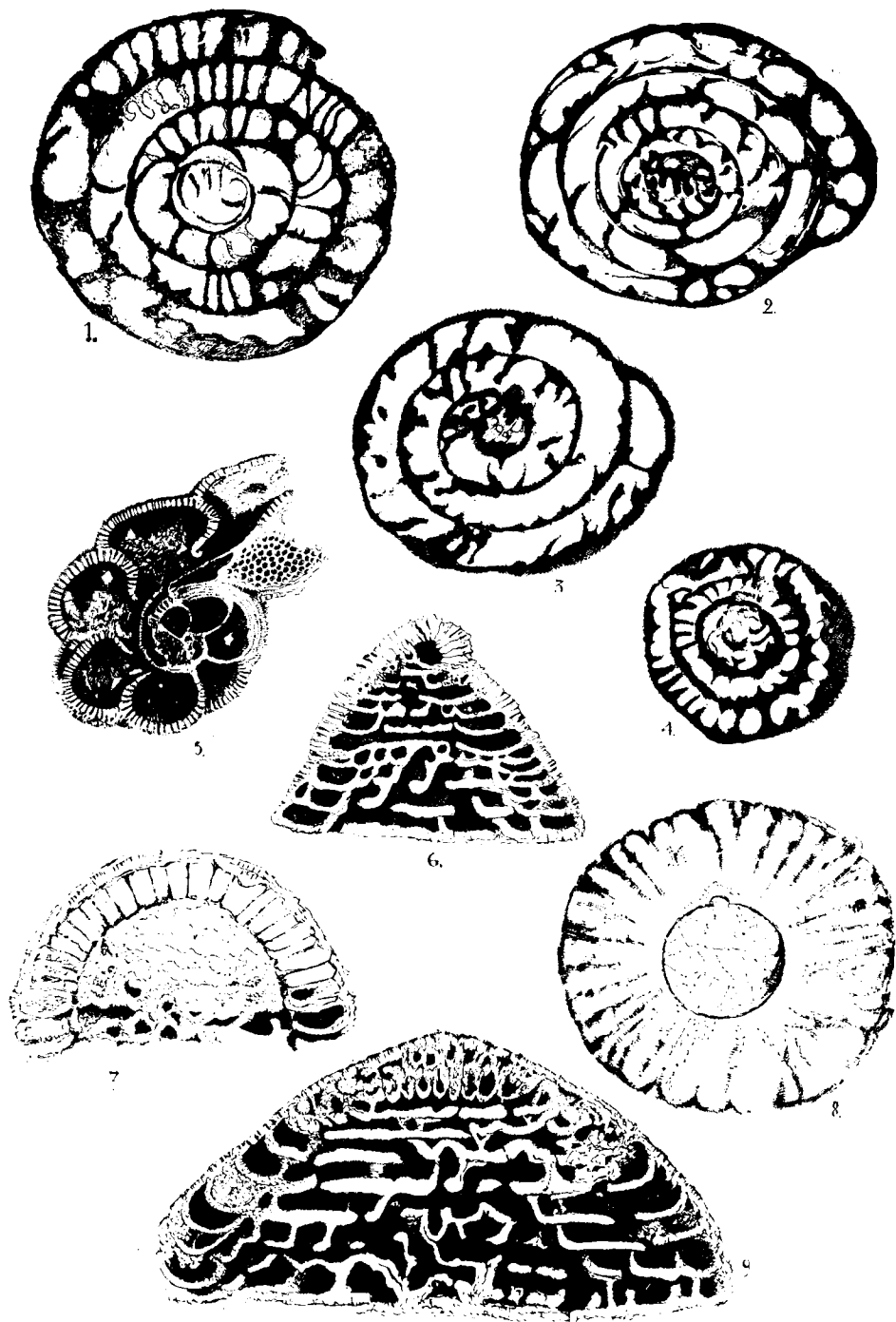


Fig. 21.—Núms. 14. *Neoliteolina* sp. de los lechos con Miliolas de la transgresión oligocena.—Núm. 5. *Anomalina* sp. próxima a *Anomalina grosserugosa* Gümbel, de los lechos Priabonienses.—Núms. 6-9. Diversas secciones de la *Champanina gassinensis* Silvestris, de los lechos superiores de la transgresión Luteciense. X.

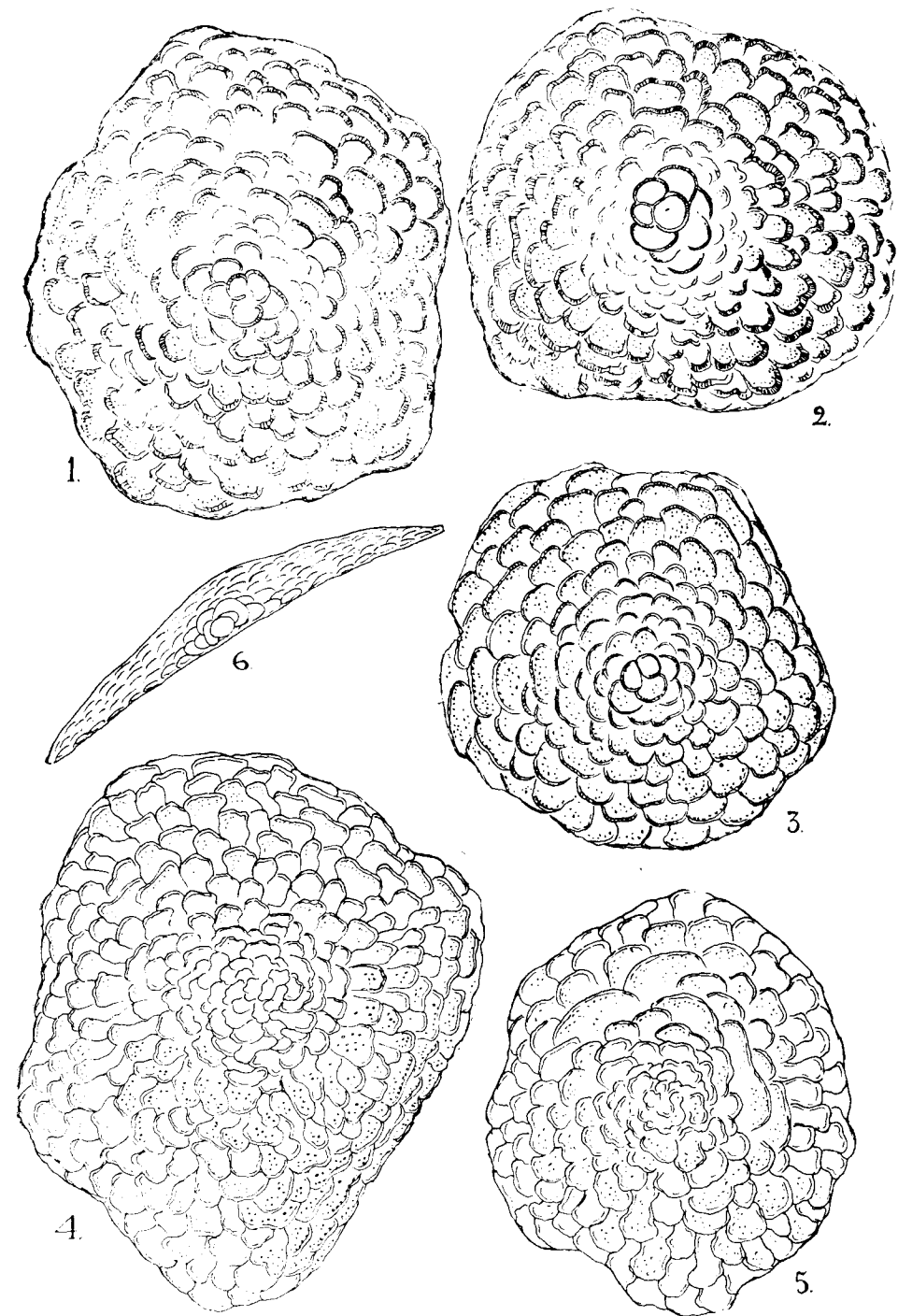


Fig. 22. Núms. 16. *Acerulina gomez lucae* n. sp.—Núms. 13. Ejemplares vistos por el lado plano o cóncavo.—Núms. 4, 5. Id., vistos por el lado convexo o dorsal.—Núm. 6. Sección transversal, mostrando la disposición de las cámaras centrales (*proloculum*) y el desarrollo de las cámaras dorsales. X.

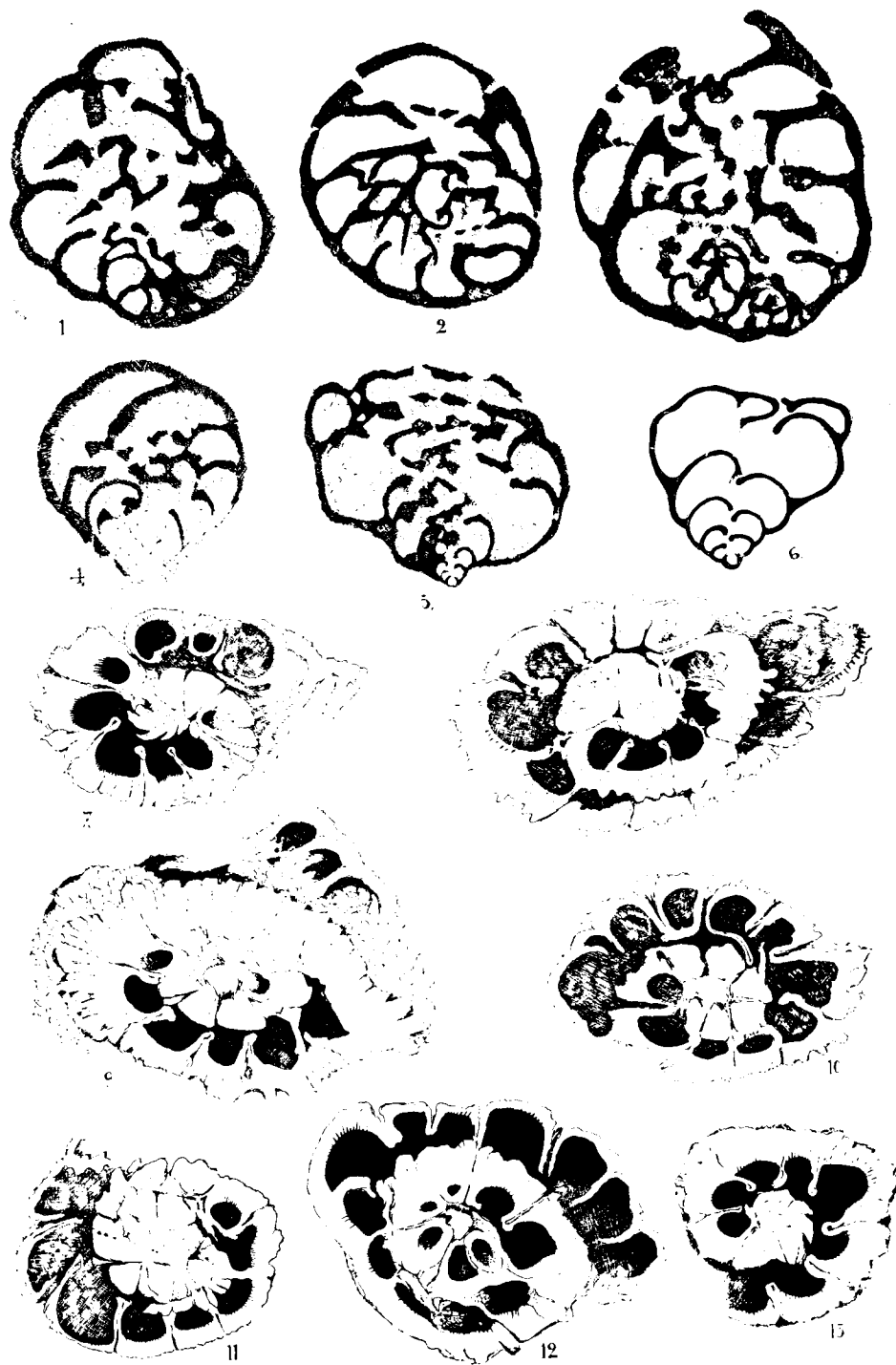


Fig. 23. Núms. 1-4, *Valculina cf. italica* Cushman, de los lechos con Miliólidos de la transgresión oligocena.—Núms. 5-6, *Valculina* sp. de la misma procedencia.—Núms. 7-13, Secciones diversas de *Nerotallias (arotalias pustulosus)*, del Priaboniense, N.

éstos aparecen siempre incluidos en una caliza detritica, dura, cargada de restos orgánicos y de colores amarillentos. Los grandes ejemplares son visibles cuando se rompe la roca o bien cuando se examinan con la lupa las superficies de las mismas, desgastadas por la erosión. Pero no hay posibilidad de extraerlos. No obstante, su identificación es segura, aunque hayamos tenido que apelar y trabajar sobre ejemplares logrados de esta manera.

Posteriormente, en secciones delgadas, hemos podido verificar su mayor difusión en otras localidades, observando al microscopio fragmentos tan sólo de sus conchas; pero en este caso característicos de la especie. De este modo tenemos el afloramiento del Sur de Randa; y el de Ca'n Coll (Es Carritxó, Felanitx).

Quinqueloculina labyrinthica n. sp. (lám. 16, núms. 1-9).

Nivel geológico.—Lechos con Miliólidos de la transgresión oligocena.

Diagnosis.—Una *Quinqueloculina* con superficie reticulada y estructura de las paredes internas de tipo laberintico o lobulado.

Caracteres.—Caparazón blanco, porcelanoide, y superficie exterior recubierta por un retículo bien aparente. Su tamaño puede alcanzar hasta los dos milímetros de longitud. Su concha es aplanada, con bordes laterales bastante aguzados, principalmente en los dos de su última cámara, dejando ver por un lado la presencia de tres-cuatro cámaras internas y por el otro únicamente tres (lám. 16, núms. 8-9). Las mallas de su retículo son grandes, más bien de forma cuadrangular, sobre todo las situadas en el borde interno de las cámaras, donde aparecen una serie de ellas siempre de mayores dimensiones y, en general, dispuestas en líneas curvadas; pero hacia sus bordes periféricos son más reducidas e irregulares. Su abertura bucal se halla siempre mal conservada en todos los ejemplares obtenidos, pero parece terminar siempre con un solo diente. Sin embargo, nuestra observación no es segura. En secciones delgadas resulta fácil de distinguir a causa de la peculiar estructura interna de sus tabiques, los cuales son lobulados, irregulares, y en no pocos casos esta disposición parece pasar a laberintica (lám. 16, núms. 1-7). Este último carácter es el más esencial de esta nueva especie y creemos que con él se tiene el medio más rápido y sencillo para distinguirla.

Con seguridad no la hemos podido encontrar hasta el presente más que en los verdaderos lechos de la transgresión oligocena con *N. intermedius*, faltando, al parecer, en el Luteciense y en el Priaboniense.

Idalina laminata n. sp. (lám. 17, núms. 1-8).

Nivel geológico.—Lechos de la transgresión oligocena.

Diagnosis.—Una *Idalina* de sección ecuatorial circular y con una gruesa

lámina intracameral en la base de cada cámara, pero ampliamente desarrollada en las últimas.

Caracteres.—Esta especie nos es conocida principalmente por sus secciones ecuatoriales, pues no nos ha sido posible obtener más que unos pocos ejemplares libres o sacados de su ganga calizo-margosa. En estos casos su concha es de contorno circular en su porción central, pero tendiendo a aguzarse hacia sus dos extremos apicales. Su estructura es de naturaleza porcelanóide. Las secciones ecuatoriales que hemos estudiado y que con frecuencia encontramos en las preparaciones de rocas, están raramente cortadas con precisión respecto a su cámara central y orientación ecuatorial, presentándose ladeadas, tangenciales respecto a su eje longitudinal. Una de las secciones más completa y mejor orientada es la representada en la lámina 17, núm. 3, y a la que consideraremos como el holotipo de esta especie. Las demás ofrecen orientaciones más o menos oblicuas como las de los números 1, 2 y 8, de la misma lámina. Se trata de una especie con paredes robustas y con una fase «*quiqueloculinoide*» a base de cámaras alargadas y estrechas, terminada la cual aquéllas toman seguidamente una disposición más estrecha todavía y sumamente abrazadoras. Pero el carácter peculiar de esta nueva especie reside en la presencia de un grueso lóbulo o lámina interna situada en la base de cada una de sus cámaras, pero apoyándose sobre las anterior: reborde que tiende a engrosarse en su porción central, pero tendiendo también entonces a adoptar una forma achatada, aplanada, hasta algo cóncava a veces en su centro. Sin embargo, la irregularidad de este detalle en los diversos ejemplares los atribuimos más bien al efecto de las compresiones sufridas por los caparazones en el interior de los sedimentos cuando éstos fueron sometidos a presiones orogénicas. No nos ha sido dable estudiar los caracteres de su abertura bucal. Su tamaño suele fluctuar alrededor de un milímetro de diámetro en los cortes ecuatoriales.

No deja de ser frecuente esta especie en los depósitos de la transgresión del *N. intermedius*, pero no estamos seguros que no pueda hallarse también en los lechos priabonienses.

En los depósitos de base de la transgresión oligocena, tan ricos siempre en restos de Miliólidos, otras especies de este género y de la misma familia están bien representados como lo muestra la lámina 18. Las secciones de la lámina 18, núms. 1-9, las atribuimos a la *Idalina antiqua* Schlumberger, especie también muy difundida en los depósitos de esta transgresión, pero de la cual es muy posible que haya ejemplares provenientes de los lechos priabonienses. Las Quinqueloculinas, comprendiendo variadas especies, son numerosas (lám. 19, núms. 15-20) y algunas de ellas poseen un caparazón englobando materiales aglutinados (lám. 19, núms. 6-10, 11 y 13-14), juntamente con Triloculina (lám. 19, núms. 2-4), Sigmoidinas, posiblemente relacionadas con *S. cf. guespellensis* Schlumberger (lám. 19, núm. 5), más Nummuloculi-

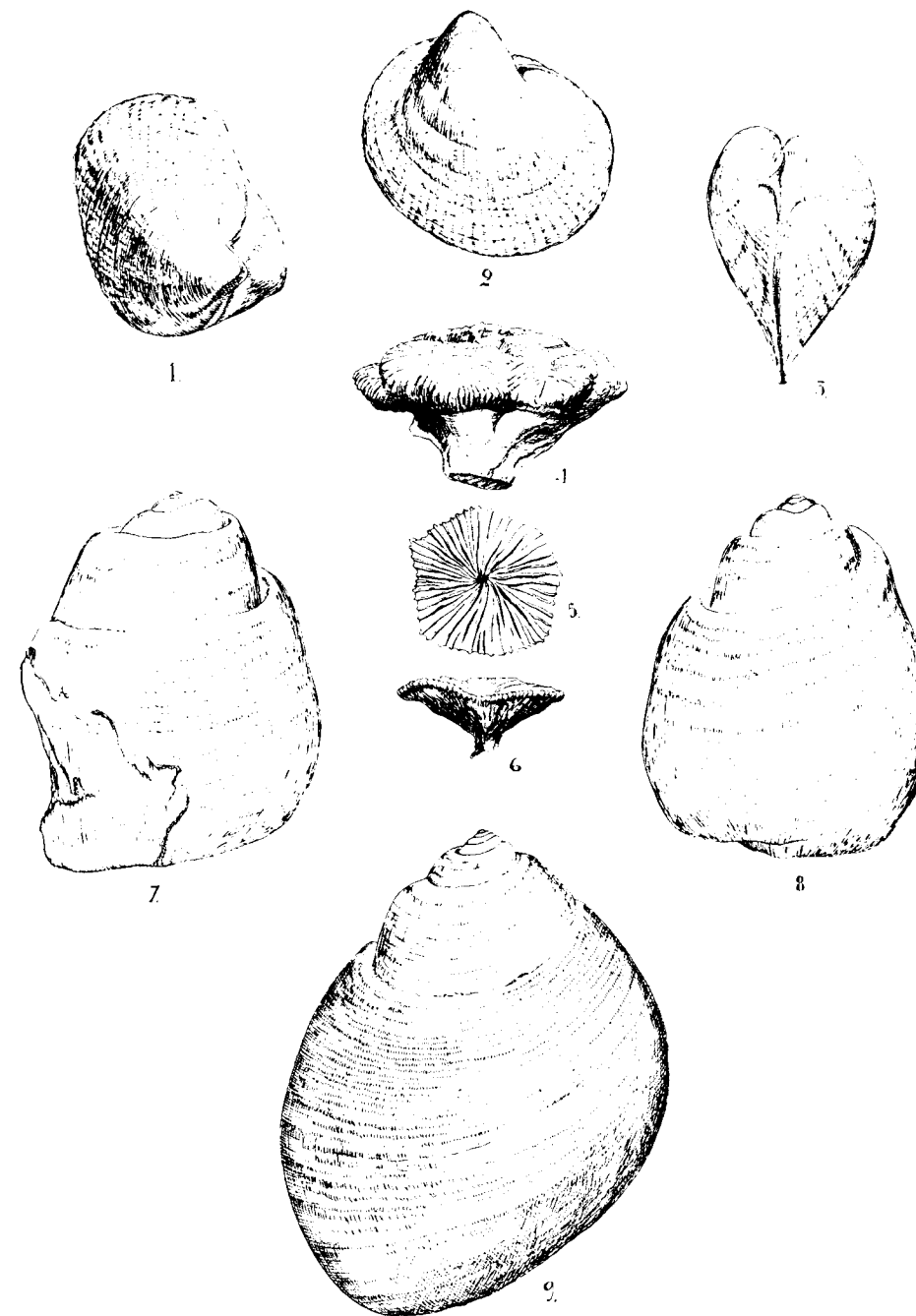


Fig. 24.—Núms. 1-3, *Cardium bonelli* Bellardi.—Núms. 4-6, Corales.—Núms. 7-8, *Natica (Megalylotus) crassatina* Lamarek, de los lechos oligocenos.—Núm. 9, *Natica (Impullaria) capucana* d'Orbigny, del Luteciense superior y del Priaboniense inferior. X.

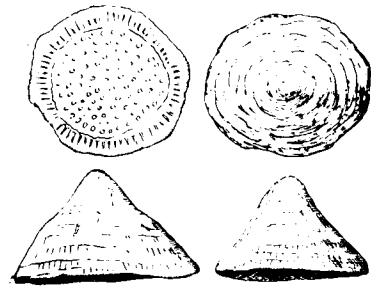


Fig. 25.—Núms. 1-4. *Chapmiana gassinensis* Silvestri. Ejemplares aislados vistos por el lado ventral, dorsal y dos laterales. X.



Fig. 26. Núms. 1-3. *Asterigerina cf. campanella* (Gümbel), de Penyallor (Alaró). Niveles transgresivos del Oligoceno.—Núms. 4-6. *Neorotalia ornaticissima* n. sp. del Puig de S'Escolá (Randa).—Núms. 7-12. *Neorotalia cf. armata* (d'Orbigny), de los yacimientos oligocenos.

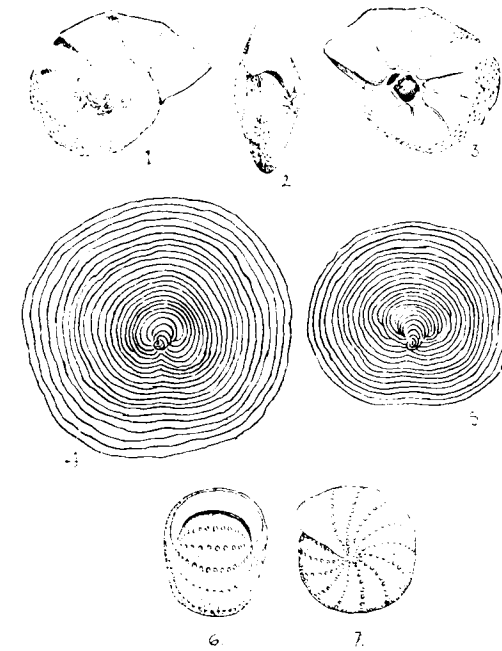


Fig. 27.—Núms. 1-3. *Neorotalia semiorata* n. sp. Loc. Penyallor (Alaró).—Núms. 4-5. *Archiacina cf. armorica* (d'Archiac). Grandes ejemplares procedentes de las calizas con Miliolas de la transgresión oligocena.—Núms. 6-7. *Elphidium cf. minutum* (Reuss), de la misma transgresión. X.

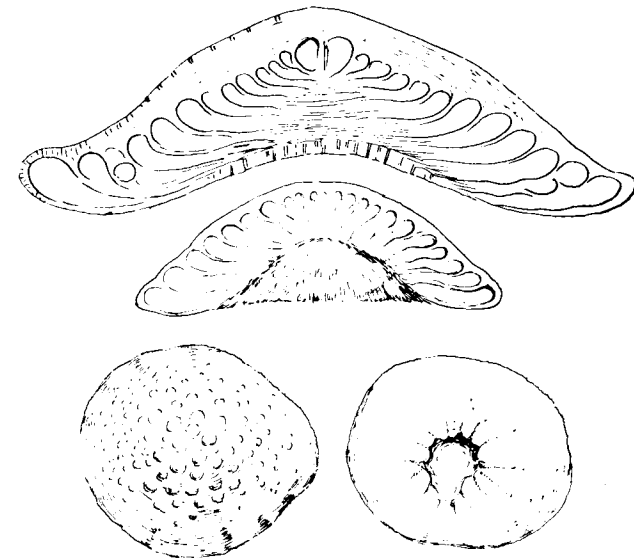


Fig. 28. Núms. 1-4. *Haikyardia minima* Liebus. Dos secciones y dos ejemplares completos vistos por el lado dorsal (derecha) y ventral (izq.) procedentes de los niveles oligocenos con *N. intermedius*. X.

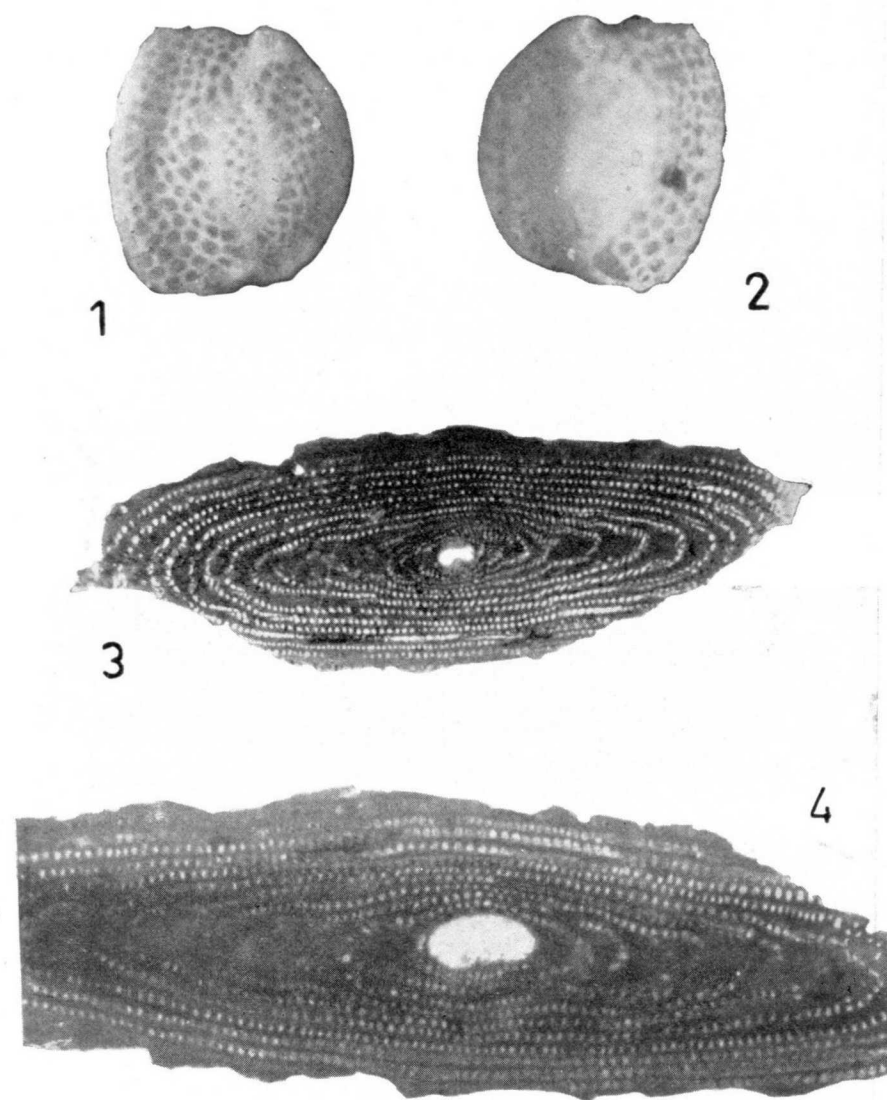
nas (lám. 19, núm. 1). Mezclados con esa diversidad de Miliólidos encontramos otros conjuntos de foraminíferos como las Neovalveolinas (lám. 21, números 1-4), siempre mal conservadas, y al parecer exclusivas de la transgresión oligocena. Otros pertenecen a los representantes del género *Valvulina*, de concha arenosa, aglutinada, y cuyos ejemplares mayores parecen muy próximos a la *V. italiama* Cushman (lám. 23, núms. 1-4), del Oligoceno de Castel Gomberto (Italia) y acompañada de otra especie de más reducidas dimensiones (lám. 23, núms. 5-6): son igualmente frecuentes las llamadas «rotalias postulosas», por presentar sus conchas recubiertas de pústulas calizas en uno o en ambos lados del caparazón. De estas últimas hemos visto ya que son también abundantes en las calizas detríticas de los diversos términos del Priaboniense, pero frecuentes igualmente en los depósitos oligocenos (lám. 23, números 7-13). Deben comprender, ciertamente, varias especies; pero no nos ha sido posible identificar a ninguna de ellas con seguridad.

Neorotalia semiornata n. sp. (lám. 27, núms. 1-3).

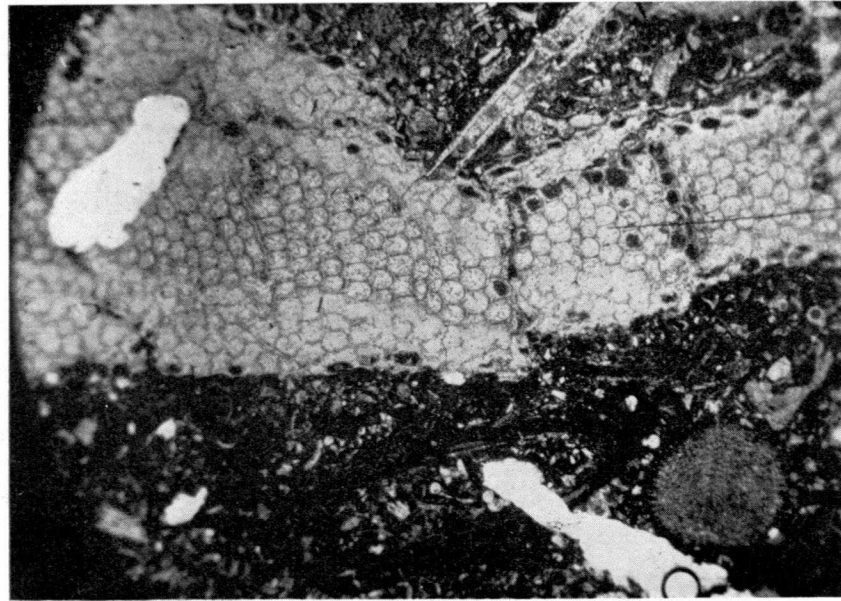
Nivel geológico.—Lechos de la transgresión oligocena con *N. intermedius*. Localidad típica. Penyaflor (Alaró).

Diagnosis.—Una *Neorotalia* de concha biconvexa, superficie lisa, pero con gruesos poros situados exclusivamente sobre sus bordes laterales.

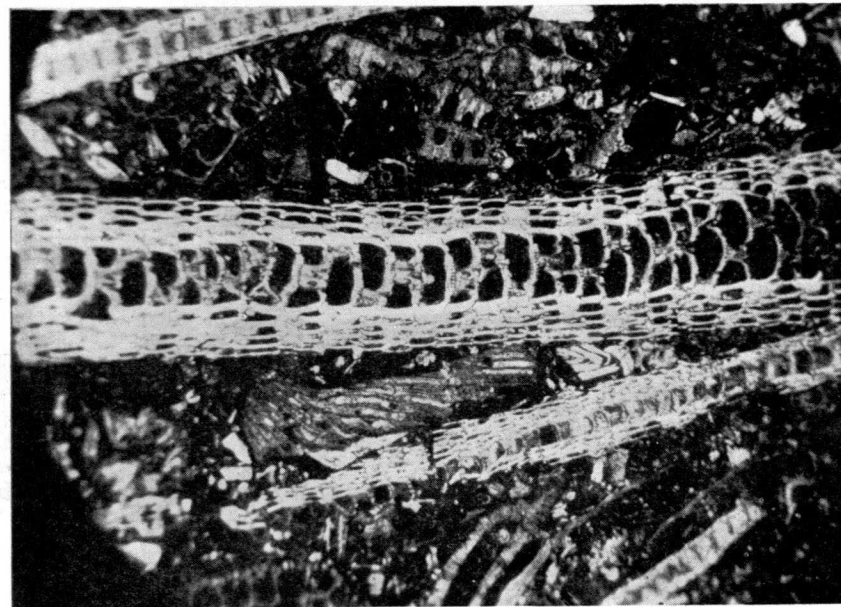
Caracteres.—Concha caliza, muy calcificada, simétricamente biconvexa, pero algo más acusada en este sentido por el lado umbilical, con bordes romos, pero volviéndose más agudos hacia la altura de las tres últimas cámaras, principalmente en la final, en la cual sus bordes podrían llamarse ya aquillados. Sus dimensiones suelen oscilar entre uno y dos milímetros. Las cámaras de su última vuelta espiral van aumentando gradualmente de tamaño y sus suturas entre ellas están bien indicadas, incluso siendo un poco profundas en su lado umbilical, dispuestas radialmente en las cuatro o cinco finales, pero en las otras son algo curvada. En total distingúense de 8 a 10 en la última vuelta, pero abundando los ejemplares con nueve únicamente. Su lado espiral es abombado y en el umbilical hay siempre una gruesa pústula caliza, central, más bien aplanada y a donde convergen sus cámaras. Este lado resulta siempre el más acusado, más agudo, que el otro, debido a la presencia de la mencionada pústula. Esta especie posee una ornamentación particular en la disposición de sus poros, gruesos y siempre visibles, pero situados únicamente sobre los bordes romos de las cámaras más centrales y tendiendo a disminuir ostensiblemente hacia las últimas para faltar totalmente en la final. Estos poros tienden a tomar un dispositivo en líneas paralelas, algo curvadas, en el borde del lado umbilical: detalle que no se mantiene en el lado espiral, donde es confuso e irregular. Su abertura se halla situada en la base



Plancha I.—Figs. 1 y 2. *Quinqueloculina labyrinthica* n. sp., aspecto exterior, vista por ambos lados. X. Niveles con *N. intermedius*. Figs. 3 y 4. Secciones longitudinales de *Alveolina fussiformis* Sowerby, del Luteciense sup. de Son Macia. Manacor. X.

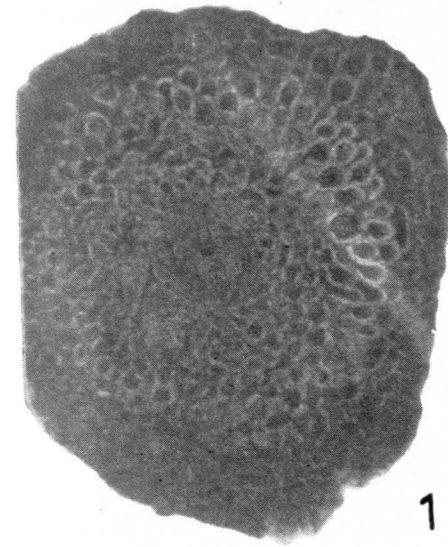


1

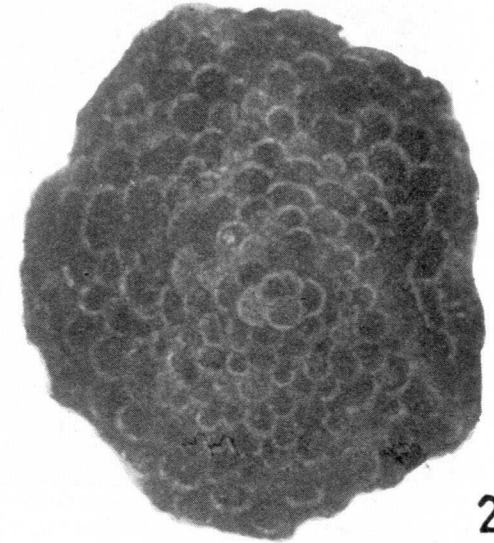


2

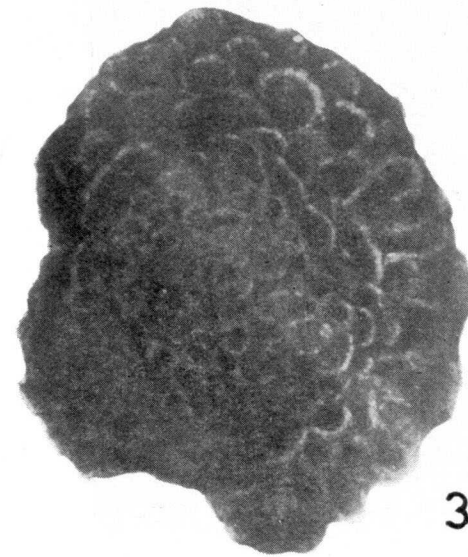
Plancha II.—Figs. 1 y 2. Secciones de *Orbitolites complanatus* Lmk. de Son Riera. Sineu. Luteciense sup. X.



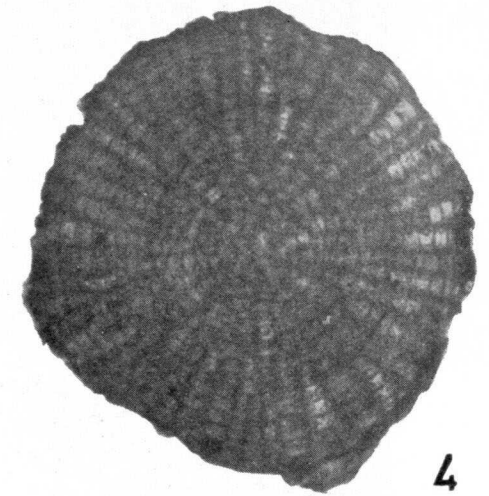
1



2

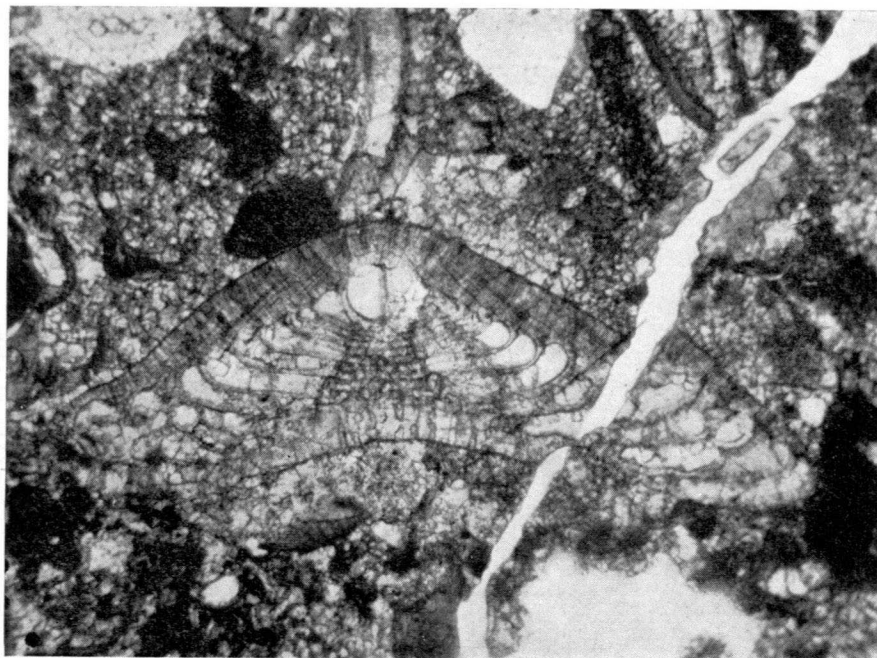


3

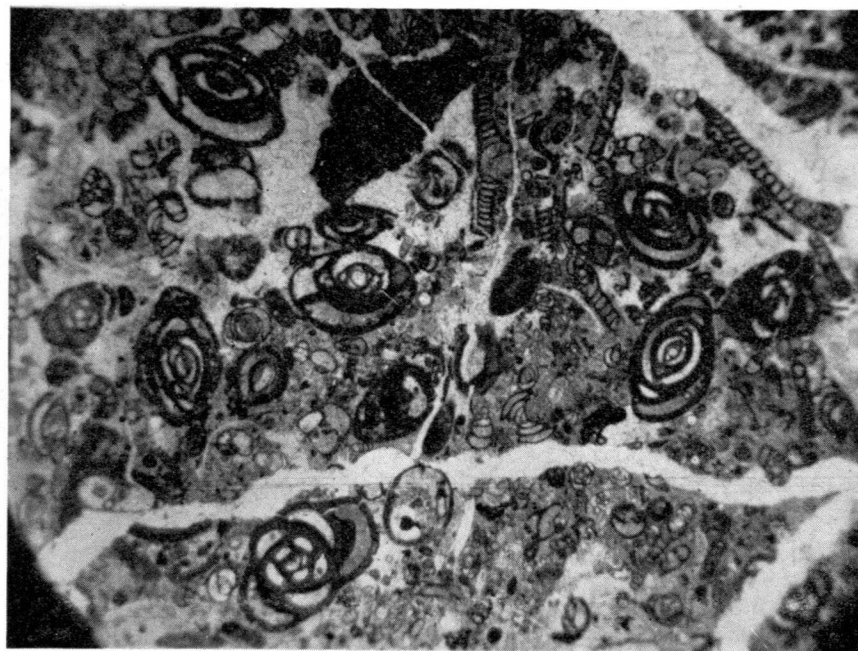


4

Plancha III.—Figs. 1-3. *Acerulina gomez-llecai* n. sp. de Penyflor (Alaró). Niveles con *N. intermedium*. X. Fig. 4. Sección interna de *Sphacrogypsina globula* (Reuss.), de los niveles priabonienses. X.



1.



2

Plancha IV.—Fig. 1. Sección de una *Halkyardia minima*, de la transgresión oligocena.—
Fig. 2. Vista, a poco aumento, de una caliza con *Miñólidis* y *Peneroplis* de la transgresión oligocena con *N. intermedius*. X.

de la última cámara, siendo lateral, estrecha y alargada, corriéndose en dirección al botón umbilical.

Esta especie tan particular, provista de una ornamentación tan típica, a base de la repartición de sus mismos poros, parece muy independiente de otras más o menos semejantes pertenecientes a este mismo género o incluídas antes en los antiguos géneros como *Rotalina*, *Rotalia*, *Streblus*, etc. Nosotros creemos que se trata de una nueva especie exclusiva de la transgresión oligocena, pero sin desechar la posibilidad de su presencia en los depósitos priabonienses.

Neorotalia ornatissima n. sp. (lám. 26, núms. 4-6)

Nivel geológico.—Lechos priabonienses. Localidad típica, Puig de S'Escolá, Randa. Pero es muy posible que se halle también «rodada» en la transgresión oligocena.

Diagnosis.—Una *Neorotalia* de concha maciza, biconvexa, ampliamente ornamentada de manera peculiar.

Caracteres.—Concha caliza, muy calcificada, simétricamente biconvexa, aunque generalmente con un lado umbilical más acentuado en ese sentido. Bordes redondeados en la mayor parte de su extensión, pero volviéndose rápidamente agudos a la altura de la cámara final. Sus dimensiones suelen fluctuar alrededor de los dos milímetros de diámetro. Posee unas diez cámaras en la última vuelta espiral, hinchadas, poco o nada diferenciadas a veces entre sí en las del lado espiral, donde los tabiques que las separan pasan fácilmente desapercibidos. Son, en cambio, más visibles las suturas en el lado umbilical, por presentarse sus cámaras en esa porción de la concha algo más abombadas y diferenciadas, dando origen con ello a marcadas depresiones entre ellas. La ornamentación, muy densa, recubre por igual ambos lados de la concha y consiste en unos gruesos rebordes calizos, más elevados que el resto de la superficie, y dispuestos en un sentido circular a la espiral y de menor a mayor longitud desde el ombligo hasta el borde lateral del mismo lado umbilical: y en sentido radial, pero anastomosándose muchas veces en forma de cuña sobre su borde periférico en el lado espiral. En ese lado de la concha sus cámaras centrales aparecen muy vagamente indicadas, siendo tan sólo reconocibles a veces por el dispositivo de su misma ornamentación. En el lado umbilical su porción central es gruesa y rellena de calcita, sin llegar a formar pústula caliza, estando a su vez cubierta por una serie de ellas, gruesas e irregulares. Su abertura se halla situada en la base de la última cámara y presenta una forma muy estrecha, alargándose en el sentido lateral de la región umbilical.

Su forma maciza, su peculiar ornamentación, etc., parecen distinguir rápidamente esta especie de sus más estrechamente allegadas a ella.

Acerculina Gómez lluecai n. sp. (lám. 22, núms. 1-6).

Nivel geológico.—Lechos de la transgresión oligocena.

Diagnosís.—Forma discoïdal, con grandes cámaras embrionarias, globulosas, y las radiales recubriéndolas en varios lechos por el lado dorsal.

Caracteres.—Concha caliza, discoïdal, sobre todo en sus primeros estados de desarrollo, volviéndose después de contornos irregulares. En su lado espiral, desde donde mejor se ve el dispositivo de sus primeras cámaras centrales sin apelar al método de las secciones delgadas, puede ser plano o ligeramente cóncavo: en el opuesto, dorsal, algo convexo. Sus bordes periféricos son romos. Cámaras iniciales grandes, globulosas, disponiéndose a veces en una espiral plana, pero en la mayoría de los casos tal proceder resulta muy irregular o bien se aparta completamente de este dispositivo (lám. 22, número 3), tomando una colocación desigual, confusa, excepción de las tres primeras (lám. 22, núms. 1, 2 y 5). Alcanzado este primer estado el dispositivo de sus cámaras que en torno a esta porción central se desarrollan, resulta algo más regular y su tamaño también más uniforme, pero creciendo igualmente en su porción dorsal, donde se acumulan varios lechos de ellas (lám. 22, número 6). En tal estado los ejemplares jóvenes resultan regularmente discoïdales y no suelen pasar de un milímetro de diámetro, pero cuando pertenecen a una fase más adulta sus cámaras periféricas vuélvense cada vez más irregulares, con tendencia a cuadrangulares, hasta adoptar una forma ensanchada lateralmente, cerca ya de la porción periférica. Dentro de tal dispositivo caben no pocas modificaciones de detalle, pero sin apartarse mucho de esta descripción. La superficie de la concha está recubierta de gruesos poros, principalmente frecuentes en el lado dorsal, abombado. No hemos podido observar en ningún ejemplar la existencia de aberturas laterales, periféricas, situadas entre los bordes de las cámaras, debido al avanzado estado de calcificación de sus conchas. En bastantes casos sus caparazones toman una forma abarquillada, enrollada, etc., según fueran los objetos sobre los cuales permanecieron adheridos. Los mayores ejemplares alcanzan hasta unos dos milímetros de diámetro.

Esta especie resulta en extremo abundante en los depósitos de la transgresión oligocena. Su localidad clásica podría señalarse como la de Penyaflor, cerca de Alaró.

En los materiales lavados suele aparecer en cantidad. Pero aún en estos casos, hay que examinarlos sumergidos en xilol o en esencias aclaradoras, pues en seco todos los caparazones son opacos, sin dejar ver su peculiar estructura interna. En cambio, sumergidos dentro de los medios aclaradores, una buena porción de ellos vuélvense más o menos translúcidos, dejando ver

entonces el dispositivo de sus cámaras, incluso de las centrales, sin tener que recurrir a las secciones delgadas. De no hacerlo de este modo, fácil será que sus caparazones pasen desapercibidos entre un cúmulo de esquirlas de muy diferentes organismos.

Esta especie se separa de la forma actual, *Acerculina inhaerens* Schultz 1851, por sus grandes cámaras embrionarias dispuestas en una espiral muy poco marcada o incluso sin orden regular, por el espesor que toma la concha en su porción dorsal y central, donde se acumulan varios lechos de cámaras secundarias, y, finalmente, por la peculiar forma de sus cámaras externas, periféricas. En un primer examen rápido, los ejemplares de esta especie observados principalmente por el lado dorsal, abombado, se parecen mucho por el dispositivo de sus cámaras, a la *Eoamularia cocenica* Cole-Bermúdez, 1944, del Eoceno de Cuba y con la cual coincide igualmente en tamaño. Pero el género *Eoamularia* posee una sola serie de cámaras dispuestas en un único plano espiral, ligeramente trocoïdal.

Dedicamos esta especie como homenaje póstumo al que fué distinguido geólogo y gran especialista en Nummulítidos, Dr. F. Gómez Llueca.

Archiacina armorica (D'Archiac) (Lám. 27, núms. 4 y 5).

Esta especie fue ya estudiada con bastante detalle por uno de nosotros en una nota publicada en 1957. Pero estudios posteriores a aquella fecha no han podido dilucidar todavía si estos ejemplares de Mallorca pertenecen a la verdadera *Archiacina armorica* o al grupo de los grandes *Peneroplís* discoïdales. En la mencionada nota se decía: «Lo que falta definir con precisión es si en estas formas que ahora estudio, semejantes a las descritas por H. Alimen y G. Lucas (1945), sin celdillas en sus cámaras ciclosteegas, constituyen una especie diferente a la verdadera *Archiacina armorica* (d'Archiac) (= *Cyclolina armorica* d'Archiac) que las posee. Para resolver este detalle sería necesario examinar los tipos de Archiac.»

Los ejemplares de Mallorca que atribuimos con ciertas reservas a esta especie, mientras no se defina mejor si en los tipos del paleontólogo francés hay o no en sus cámaras circulares una subdivisión en celdillas, pertenecen sin ningún género de duda a verdaderos *Peneroplís* discoïdales, pues poseen sobre cada uno de sus tabiques las aberturas particulares de este género y no presentando nunca en sus cámaras una subdivisión en celdillas. A nuestro parecer estas Archiacinas (?) son formas muy próximas al *Peneroplís discoïdeus* Flint, encontrado fósil en los terrenos miocénicos de la América central y viviente en los mares de la zona antillana.

En los lechos donde abundan las Archiacinas y las Miliolas, son frecuentes también los ejemplares del gran grupo polimorfo de los *Peneroplidae*.

Pero como en la mayoría de los casos todas sus especies han tenido que estudiarse siempre en secciones delgadas de rocas o bien sus ejemplares no han podido ser extraídos por completo de la ganga que los retiene, resulta muy difícil llegar a obtener determinaciones específicas seguras. No obstante, hemos podido reconocer excelentes ejemplares de la *Spirolina cylindracea* Lamarck (lám. 20, núms. 1-2) y otras especies de los géneros *Dendritina* (lám. 20, núms. 3-4), *Peneroplis*. De estos últimos hay formas pequeñas, con una espiral cerrada, próximas al *Peneroplis pertusus* (Forkal) (lám. 20, números 5-6) actual, y otros ejemplares con una espiral más abierta, aplanados, en forma de abanico, estando íntimamente relacionados con el *Peneroplis planatus* (Fichtel y Moll), igualmente viviente (lám. 20, núms. 7-11). Pero no nos es posible verificar que nuestras formas fósiles puedan relacionarse con ellas. Los ejemplares del género *Archaias* se hallan dispersos entre éstos y pertenecen también a una especie muy afín al *A. angulatus* (Fichtel y Moll) de los mares actuales del trópico (lám. 20, núm. 12).

Elphidium cf. minutum (Reuss), 1864 (lám. 27, núms. 6-7)

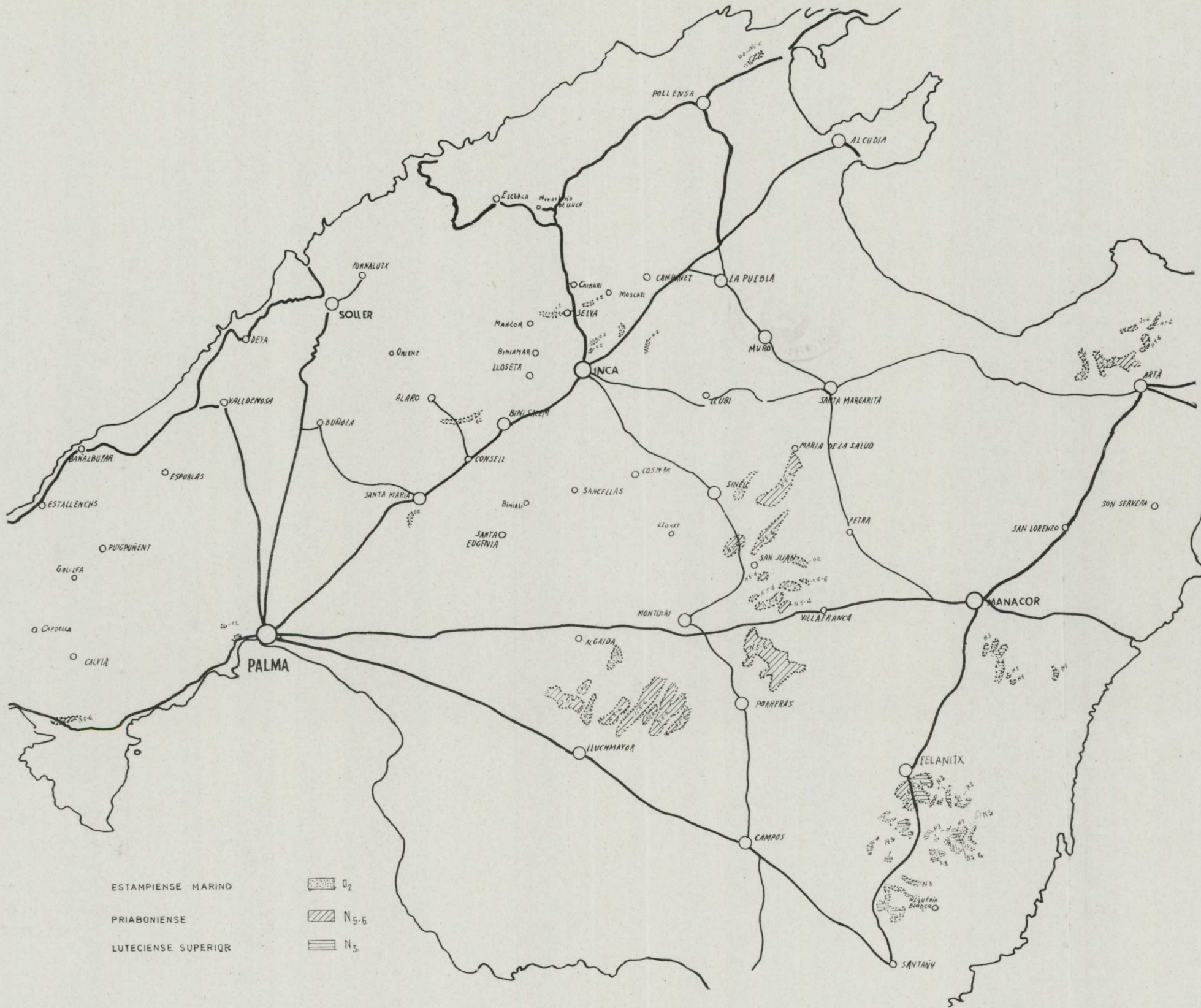
Esta diminuta especie de 0,50-0,60 milímetros de diámetro parece abundar en los lechos con Miliolas de la transgresión oligocena. No obstante, sus ejemplares presentan siempre un deficiente estado de conservación, con una superficie muy desgastada, siendo tan sólo por tal motivo una aproximación nuestra determinación a esta especie de Reuss del Oligoceno superior de Alemania.

Ver *Polystomella minuta* (Reuss).—Akad. Wien., Sitzungsber., vol. 50, pt. 1, p. 478, Pl. 6, 1864.

Elphidium minutum (Reuss).—Cushman, A. Monogr. Foram. Fam. Nonionidae. U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 191 dól., p. 40, Pl. 10, figs. 22-25, 1939.

Asterigerina cf. campanula (Gümbel) (Lám. 26, núms. 1-3)

Nosotros creemos que estos ejemplares de Mallorca representan la misma especie descrita por Gümbel en 1868 bajo el nombre de «*Rotalia campanula*» (+) o bien una forma muy afín a ella. Los ejemplares estudiados por nosotros poseen las mismas dimensiones que las señaladas por el autor alemán, la misma forma apezonada, igual número de cámaras en la última vuelta espiral con idénticos tabiques, delgados y oblicuos. No obstante y a pesar de la deficiente conservación de la mayoría de nuestros ejemplares, debida a su intensa calcificación, creemos que se trata de una especie pertenecientes al género *Asterigerina*, puesto que los ejemplares mejor conservados muestran



sus tabiques del lado umbilical con la estructura característica de este género. Otra especie muy semejante a la que ahora mencionamos es la *Asterigerina laucícula* Schwager (+) citada ya por uno de nosotros en el Friaboniense de Cataluña (1950). Todas esas formas parecen estrechamente relacionadas entre sí. Para salir de dudas sería indispensable el poder examinar los ejemplares de Gümbel y de Schwager, provenientes también del Eoceno medio y superior.

En las muestras estudiadas por nosotros la *A. cf. campanula* parece abundar con preferencia en los lechos priabonienses, pero también la hemos visto en los de la transgresión oligocena.

Ver. *Rotalia campanella*, Gümbel — Beiträge zur Foraminiferenfauna der Nordalpinen Eocängebilde. — K. Bayer Akad. Wiss., 1868. Bd. 18, p. 650, figs. 86 a-e.

Asterigerina (?) *laucícula* Schwager, 1883.—Die foraminiferen aus den Eocenablagerungen der libuyschen Wüste und Aegyptens. — Paleontogr., Cassel, 1888. Bd. 30, p. 127, figs. 8. a-c.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRARD, R.: *Sur la répartition stratigraphique d'Orbitolites complanatus*. «C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.», París, 8 nov. 1943.
- ALIMEN, H. y LUCAS, G.: *Sur la présence d'Archiacina armonica dans le bassin de Paris*, Bull. Soc. Géol. Fr., París, sér. 5, vol. 15, pp. 201-206, 1945.
- BATALLER, R.: *Los Nummulítidos de Cataluña*, «Anales Escuela Peritos Agrícolas», vol. 1, fasc. III, Barcelona, 1951.
- BOUSSAC, J. y FALLOT, P.: *Note préliminaire sur l'oligocene de Majorque*, «C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.», París, núm. 20, 1910.
- : *Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin*, «Mem. Carte Géol. France», París, 1911, vol. 437.
- BUY, P.: *Descripción del terreno Nummulítico de Mallorca*, «Rev. Minera», Madrid, 1863, vol. 14.
- COLOM, G.: *Nota sobre las calizas con Miliolas del Estampiense de Mallorca*, «Mem. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», Madrid, Tomo homenaje a I. Bolívar, 1929, pp. 237-239.
- : *The «Aigues perforantes»*, «The Micropaleontologist, N. Y.», vol. 6, núm. 3, 1952, páginas 23-30, Pl. I-VIII.
- : *Las «Aigues perforantes»*, «Estud. Geológicos», Madrid, núm. 19, 1953, pp. 353-368, lám. XXXV-NIII.
- : *Estudio de las biozonas con foraminíferos del Terciario de Alicante*, «Bol. Inst. Geol. Minero de España», Madrid, tomo XLVI, 1954, pp. 1-279.
- : *Sobre la existencia de la «Archiacina armonica» (Foram. «Pencroplidae»), en el Oligoceno superior de Mallorca*, Cursos y Conferencias del Inst. «Lucas Mallada» fasc. IV, 1957, pp. 19-23.
- : *La paléocologie des lacs du Ludien Stampien inférieur de l'île de Majorque*, «Rev. de Micropaleont.», París 2me. Année, núm. 1, 1961, pp. 17-29.

- DARDER, B.: *Estratigrafía de la Sierra de Lecante de Mallorca (región de Felanitx)*. Trab. Mus. Nac. Cien. Nat. de Madrid, «Ser. Geol.», núm. 10, 1915.
- : *Nota preliminar sobre la tectónica de la región de Artá (Mallorca)*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», Madrid, vol. 21, pp. 204-233, 1921.
- : *La tectonique de la région orientale de l'île de Majorque*. «Bull. Soc. Fr.», Paris, volumen, 25, pp. 245-278, 1925.
- : *Estudio geológico de los alrededores de Sineu y Puig de Sant Onofre (región central de Mallorca)*. Trab. Mus. Nac. Cien. Nat. de Madrid, «Ser. Geol.», núm. 34, 1925.
- FALLOT, P.: *Etude géologique de la Sierra de Majorque*. «Thèse», Paris, 1922.
- : *Essai de définition des traits permanents de la Paléogéographie Secondaire dans la méditerranée occidentale*. «Bull. Soc. Géol. Fr.», Paris, vol. 1, 5me. sér., pp. 533-552, 1932.
- : *Les Cordillères Bétiques*. «Estud. Geológicos», Madrid, núm. 8, pp. 1-90, 1948.
- FLANDRIN, J.: *Contribution à l'étude stratigraphique du Nummulitique algérien*. «Bull. Serv. Carte Geol. de l'Algérie, 2me. sér., núm. 19, Alger, 1948.
- GÓMEZ LLUECA, F.: *Sur la géologie de Cabrera, Conejera et autres îles voisines*. «C. R. Acad. Scien.», Paris, vol. CLXXI, pp. 1158, 1920.
- : *Contribución al conocimiento de la geología de las islas de Cabrera y Conejera y otras próximas*. «Mem. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», Madrid, vol. 15. Homenaje a I. Bolívar, pp. 85-103, 1929.
- : *Los Nummulíticos de España*. «Com. Investig. Paleont. y Prehist. Mem.», núm. 36, Madrid, 1929.
- HAIIME, J.: *Notice sur la géologie de l'île de Majorque*. «Bull. Soc. Géol. Fr.», Paris, vol. 12, página 734-752, 1855.
- HERMITE, H.: *Études géologiques sur les îles Baléares. 1ère part. Majorque et Minorque*. «Thèse», Paris, 1879.
- LANTERNO, E. y ROVEDA, V.: *Sur les coupes de Nummulites. N. incrassatus (B), N. ramon-diformis (A), et N. ruscus (B), N. boucheri (A)*. «Arch. Scient. Soc. Phys. Hist. Nat.», de Gêneve, vol 10, fasc. 2, 1957.
- MANGIN, J. Ph.: *Données nouvelles sur le Nummulitique pyrénéen*. «Bull. Soc. Géol. Fr.», Paris, 7me. sér., tomo. 1, 1959, pp. 16-30.
- OLIVEROS, J. M., ESCANDELL, B., y COLOM, G.: *Temas geológicos de Mallorca*. «Mem. Inst. Geol. Minero, de España», Madrid, tomo LXXI, 1960, pp. 407.
- ROMÁN, F.: *Sur quelques fossiles des lignites de Binisalem (Majorque) recueillis par Mr. Decker Pericas*. «Bol. R. Soc. España. Hist. Nat.», Madrid, vol. 27, 127, pp. 383-390.
- ROSELLÓ, J.: *Aportación al estudio de la geología de la región central de Mallorca*. Un folleto. Palma de Mallorca 1954, 59 pp. y un mapa.
- ROVEDA, V.: «Nummulites retiatum», nouvelle espèce de numulite réticulée des Abruzzes (Italie). «Rev. de Micropaleont.», Paris, núm. 4, 1959.
- : *Contributo allo studio di alcuni macroforaminiferi di Priabona*. «Riv. Ital. Paleont.», Milano, vol. 57, 1961, pp. 153-224.
- VIDAL, L. M.: *Notes sur l'Oligocène de Majorque*. «Bull. Soc. Géol. Fr.», Paris, vol. 5, 651-654, 1905.

Recibido el 28-II-1962.

J. M.ª RIOS

RELACION DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES PARA INVESTIGACION DE HIDROCARBUROS, LLEVADAS A CABO EN ESPAÑA DURANTE 1961

RESUMEN

En este trabajo se resumen las actividades más importantes llevadas a cabo durante el año 1961 para la investigación de hidrocarburos en España. Se inicia con unos comentarios generales acerca de su estado actual y de su porvenir y a continuación se mencionan las actividades comunicadas por cada compañía para las diversas zonas. Unos cuadros sintetizan las variaciones en los estados de asociación de compañías y de nuevos permisos. Unos mapas señalan las posiciones generales de los sondeos, las concesiones antiguas y nuevas de permisos. Finalmente, en unos apéndices y mapas se resumen, junto con las actividades del año 1961, las de años anteriores.

SUMMARY

In this work we present an abstract of the main activities developed in Spain during 1961 in the oil exploration. It begins with general comments on the actual and future outlook of activities. Follows a systematic exposition of the activities developed by each company during 1961 in the different zones. In several tables are shown the changes or novelties in associations or in permits. The general position of the permits and wells are shown in maps. Finally in several appendix and maps the activities during 1961 are shown together with the main activities since 1939.

PREAMBULO

Expresamos nuestro agradecimiento a las diversas compañías actuantes en España en la investigación de hidrocarburos por su colaboración al suministrar los datos que aquí se presentan. Ellas han hecho posible esta presentación al público español del resumen de actividades.

He procurado ofrecer, no solamente los datos referentes a las actividades nuevas durante 1961, sino también un resumen de la organización general y actividades desde 1939, para facilitar la labor de consulta.

La bibliografía que acompaña al final facilita la rebusca de antecedentes.

ACTIVIDADES DE LAS COMPAÑIAS

ZONA I.—PENINSULA

A. RESUMEN DE ACTIVIDADES Y COMENTARIOS GENERALES

El desarrollo de actividades para la investigación de hidrocarburos en España durante el año 1961 se ha desarrollado como se esperaba. Las antiguas compañías CAMPSA, CIEPSA, VALDEBRO (y asociadas) han continuado sus programas de sondeos; únicamente CPISA (Cia. Petroífera Ibérica), ha hecho un alto en la marcha para considerar de nuevo sus programas y constituir una nueva asociación. En cuanto a las compañías nuevas, han proseguido con sus programas de investigación y han alcanzado el punto de partida de sus operaciones de perforación o están muy próximas a él. De las trece compañías o asociaciones principales poseedoras de extensos permisos, seis han realizado programas de perforación en veinte sondeos diferentes.

CAMPSA ha trabajado en tres sondeos, acabando uno comenzado en 1960, y ha completado dos nuevos.

CIEPSA ha trabajado en seis, terminando uno empezado en 1959 y otro empezado en 1960; ha completado dos y empezado otras dos nuevas perforaciones.

EXPASA ha comenzado dos sondeos. Sus primeros.

EXPENSA ha comenzado un sondeo. Su primera perforación.

SIPSA ha completado una perforación comenzada en 1960.

VALDEBRO ha terminado dos sondeos comenzados en 1960, ha completado cuatro perforaciones durante el año 1961 y ha empezado a trabajar en otra.

En conjunto veinte sondeos, de los cuales seis empezaron antes de 1961, ocho iniciaron su perforación y se dieron por terminados en 1961 y seis empezaron en 1961 y estaban perforando al final del año.

De estos sondeos, cinco han suministrado alguna producción de gas (tres, CIEPSA; uno, CAMPSA, y uno SIPSA), pero demasiado reducida hasta ahora para que tenga interés. Otros cuatro han dado indicios de alguna clase (tres VALDEBRO, y uno CAMPSA). Seis sondeos han resultado totalmente secos y no hay ninguna información de los otros cinco, en que todavía se están realizando operaciones de perforación.

Uno de los pozos de CIEPSA en Castillo va a ser sometido a ensayos de producción industrial (en 1962), aunque a escala muy modesta. Se ha proyectado el tendido de un gaseoducto para llevar el gas a cinco kilómetros para su consumo, por «Esmalterías Alavesas», en Vitoria, al norte del son-

deo. Es el primer experimento de producción industrial de gas natural en España.

Una compañía, CPISA, interrumpió su anterior campaña de perforaciones, pero ha continuado sus investigaciones y estudios geológicos y geofísicos y está elaborando un nuevo programa de sondeos a la vez que se ensancha su base con una nueva asociación.

Cinco compañías, ESSO-IBERIA, PHILLIPS, TIDEWATER, UNION y RICHFIELD (y asociadas) informan sobre investigaciones geológicas y geofísicas de diferentes grados de intensidad, y una compañía, PAHOC, no informa acerca de actividad alguna.

Seis compañías, CIEPSA, EXPENSA, ESSO-IBERIA, VALDEBRO(GAO), PAHOC y UNION, han obtenido nuevos permisos.

Una compañía, CPISA, ha ampliado su base mediante asociación con EURAFREP.

Se anuncia para principios de 1962 la iniciación de dos nuevas perforaciones, una de ESSO-IBERIA y otra de PHILLIPS, pero se espera, y es casi seguro, que las restantes compañías también comenzarán sus campañas de sondeos durante 1962.

1962, registrará probablemente alguna disminución de actividad en cuanto se refiere a estudios de superficie y un aumento de exploraciones profundas por procedimientos geofísicos. También se experimentará un gran desarrollo en actividades de perforación.

VALDEBRO(GAO) reconsiderará todo el vasto trabajo realizado por ella en la Península durante sus intensas campañas anteriores. Reducirá mientras tanto grandemente sus actividades investigadoras y perforadoras, al mismo tiempo que traslada su equipo y personal geofísicos, y también algún equipo de sondeo, a las provincias africanas, mientras prepara nuevos planes para la Península.

CAMPSA reconsiderará también de nuevo sus programas y conceptos interpretativos en la convicción de que debe haber petróleo en alguna parte de sus amplios permisos de investigación, pero quizá no en los sitios y en la forma en que se buscaba hasta ahora.

En general, el año 1962 será un año muy interesante para las prospecciones peninsulares.

E. ACTIVIDADES DE LAS COMPAÑIAS

CAMPSA-AMOSPAIN.

Actividades geológicas.—Estudios geológicos en todos los permisos para el establecimiento de la cartografía base. Siete equipos-mes de trabajos de

campo para estudios de detalle y estratigráficos en los permisos de la zona norte de Burgos.

Un equipo-mes de reconocimientos geológicos en los permisos de Dos Hermanas y Graus.

Cuatro equipos-mes en trabajos de campo en diferentes zonas.

Fotogeología.—Estudio de dos proyectos contratados con la empresa italiana GEOMAP: Zona norte de Burgos (Ubierna, Bárcena, Polientes, 5.000 Km² aproximadamente). Zona de Dos Hermanas (aproximadamente 900 Km²)

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—2.622 estaciones en los grupos de permisos de Arnedo, Tafalla, Dos Hermanas y Soria, contratadas con GEOPROSCO.

Reflexión sísmica.—En el permiso de Tafalla, un equipo-mes. En el permiso de Ucero, medio equipo-mes, y también en Arnedo, Ubierna y Graus con 374 disparos y una longitud de 96,4 kilómetros de perfiles: trabajos contratados con «Precisión Exploration Consultants Ltd.»

Refracción sísmica.—En el permiso de Arnedo, un equipo-mes con 28 disparos y 32 kilómetros de longitud de perfiles, cuyos trabajos fueron contratados también con PRECISIÓN.

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
69	CAMPSA 12	Villalta núm. 1	6 septbre. 1960	5 abril 1961	1.775 m.
74	CAMPSA 13	Zuazo núm. 1	15 enero 1961	27 julio 1961	3.345 »
84	CAMPSA 14	Ucero núm. 1	29 octubre 1961	13 dicbre. 1961	1.046 »

Villalta, núm. 1.—En la provincia de Burgos permiso de Ubierna, a 600 metros al este del pueblo de Villalta, a 45 kilómetros al norte de Burgos, 00°04'55" longitud Este (Madrid, 0°), 03° 36' 26" (Greenwich) longitud Oeste y 42° 42' 41,5" latitud Norte.

Cretáceo inferior	0-1.007 m.	Margas, calizas y areniscas.
Jurásico	1.007-1.654 m.	Calizas, margas y dolomías.
Rético	1.654-1.730 m.	Dolomías y anhidritas.
Keuper	1.730-1.775 m.	Arcillas y sales.

Indicios de petróleo en el Cretáceo Inferior y Jurásico. Se realizó un programa de pruebas para valorar completamente estas zonas de interés.

Las pruebas de producción llevadas a cabo demostraron que estas zonas eran acuíferas. Equipo OILWELL 64-B.

Zuazo núm. 1.—En la provincia de Alava, Villa de Zuazo, a 26 kilómetros al noroeste de Vitoria, 00° 42' 11,7" de longitud Este (Madrid, 0°), 02° 59' 03,3" de longitud Oeste (Greenwich), 42° 54' 22,5" de latitud Norte, 840,30 metros sobre el nivel del mar.

Turonense	0- 744 m.	Margas arcillosas oscuras y calizas.
Cenomanense	744-2.031 m.	Margas con delgados lechos de caliza.
Albense	2.031-3.345 m.	Calizas arenosas y areniscas.

Se encontraron indicios de gas metano en el Cenomanense, que fueron sometidos a prueba de producción en el transcurso de los ensayos finales. Este programa de pruebas puso de manifiesto que las zonas no ofrecían interés comercial. Se perforó con un equipo NATIONAL Ideal número 100, a cargo de la Société Languedocienne de Forages Pétroliers.

Ucero núm. 1.—En la provincia de Soria, a 200 metros al norte de la iglesia de Fuentecantales, y a tres kilómetros al este de la villa de Ucero. 00° 41' 41,3" de longitud Este (Madrid, 0°), 02° 59' 33,7" de longitud Oeste (Greenwich), 41° 43' 11,5" de latitud Norte. 1.064 metros sobre el nivel del mar.

Albense	0- 340 m.	Arenas y conglomerados con intercalaciones de arcillas grises y pardorrojizas
Wealdense	340- 410 m.	Calizas arenosas y margas con algunos oolitos y granos de cuarzo.
Jurásico	410-1.046 m.	Calizas arenosas, calizas de grano microscópico, margas y dolomías.

No se encontraron indicios de hidrocarburos. Equipo OILWELL 64-B, operado por CAMPSA.

CIEPSA-SPANGOC-DEILMANN.*Actividades geológicas.*

ZONAS	CLASE DE TRABAJO	Equi- pos.-mes
Sobroón-Lalastra (Región de Vitoria)	Estudios estratigráficos y estructurales	9
Montes Obarenes (Región de Vitoria)	Estudio de reconocimiento	3
Murguía (Región de Vitoria)	Estudios estructurales de detalle	4
Bilbao (Región de Vitoria)	Estudios estructurales de detalle	3
Artesa de Segre-Vilanova de Meya-Gabarra Oliana (Región Catalana)	Estudios detallados estructurales y estratigráficos	5
Oliana-San Lorenzo de Morunys Berga (Región Catalana)	Cartografía detallada	3 1/2
San Lorenzo de Morunys-Oliana Berga (Región Catalana)	Estudios estratigráficos detallados	3
Terciario Continental de Berga-Puigreig-Suria-Artesa de Segre-Oliana-San Lorenzo de Morunys (Región Catalana)	Cartografía detallada	4 1/2

Fotogeología.—Estudio detallado de los mosaicos y reconocimiento cartográfico del área total de los permisos de Vitoria y Cataluña (7.946,5 Km²), contratado con AERO-EXPLORATION de Frankfurt.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—No se han realizado trabajos de campo.

Sísmica de reflexión.—Permiso de Vitoria, tres equipos-mes en la zona de la Rioja por contrato con ROGERS. Permiso de Vitoria: 1 3/4 equipo-mes en el distrito Vilaro-Urbasa por contrato por el INSTITUTO GEOLÓGICO-SEISMOGRAPH SERVICE LTD.

Permiso de Vitoria: 3 1/3 equipos-mes en el distrito de Treviño por contrato con ROGERS.

Permiso de Vitoria: 1/2 equipo-mes en el distrito de Bilbao, por contrato con el INSTITUTO GEOLÓGICO-SEISMOGRAPH SERVICE LTD.

Permiso de Cataluña: nueve equipos-mes en el distrito Oliana-Turana-Artesa de Segre-Solsona-Puigreig-Prat de Llusanes, por contrato con el INSTITUTO GEOLÓGICO-SEISMOGRAPH SERVICE LTD.

Sísmica de refracción.—Permiso de Vitoria: 1/3 equipo-mes en el distrito de la Rioja, por contrato con ROGERS.

Trabajos magnetométricos.—Permiso de Vitoria: cuatro equipos-mes de reconocimientos generales, por contrato con el INSTITUTO GEOLÓGICO.

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
63	CIEPSA 16	Castillo núm. 1	1 novbre. 1959	4 febrero 1961	4.349 m.
71	CIEPSA 18	Corres núm. 1	13 septbre. 1960	26 abril 1961	4.458 »
76	CIEPSA 19	Castillo núm. 2	22 marzo 1961	8 septbre. 1961	3.498 »
79	CIEPSA 20	Gastiaín núm. 1	25 mayo 1961	5 novbre. 1961	3.438 »
84	CIEPSA 21	Basella núm. 1	3 novbre. 1961	↓	↓
85	CIEPSA 22	Antezana núm. 1	15 novbre. 1961	↓	↓

Castillo núm. 1.—En la provincia de Alava, al sur de Vitoria, 1° 00'56" de longitud Este, 42° 48' 04" de latitud Norte. Estructura anticlinal. Profundidad total, 4.349 metros.

Indicios de gas (véase informe para 1960). Equipo WIRTH GH 900.

Corres núm. 1.—En la provincia de Alava al sureste de Vitoria, no lejos de la margen sur del diapiro de Maeztu, 1° 13'25" de longitud Este, 42° 41'00" de latitud Norte. Flanco sur del diapiro de Maeztu. Profundidad 4.458 metros. Seco (véase informe para 1960). Equipo NATIONAL 110.

Castillo núm. 2.—En la provincia de Alava, al sur de Vitoria y no lejos de Castillo núm. 1, 1° 00'47" de longitud Este, 42° 47' 06" de latitud Norte. Profundidad total, 3.498,05 metros. Indicios de gas. Equipo WIRTH GH 900.

Gastiaín núm. 1.—En la provincia de Navarra al oeste de Estella, 1° 24' 45" de longitud Este, 42° 43' 51" de latitud Norte. Estructura anticlinal. Profundidad total, 3.438,25 metros. Indicios de gas. Equipo NATIONAL 110.

Basella núm. 1.—En la provincia de Lérida, al oeste de Solsona, 4° 59'33" de longitud Este, 42° 01' 01" de latitud Norte. Estructura anticlinal. Sigue la perforación. Equipo WIRTH GH 900.

Antezana núm. 1.—En la provincia de Alava, al sureste de Vitoria, 0° 48' 26" de longitud Este, 42° 46' 58" de latitud Norte. Situado en una zona de cambios faciales. Sigue la perforación. Equipo NATIONAL 110.

CPISA (Petroliífera Ibérica-Schachtbau).

Actividades geológicas.—Mapas de detalle especializados: medidas de espesores; estudios estratigráficos especiales, todo ello principalmente en los permisos de la parte Oeste. Ocho equipos-mes de campo.

Fotogeología.—Mapas de los permisos de las zonas Norte y Este.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Doce equipos-mes en los permisos Norte y Sur, por contrato con SEISMOS.

Sísmica de reflexión.—Ocho equipos-mes en el grupo Oeste de permisos, por contrato con PRAKLA.

Actividades de perforación.—Ninguna durante el año 1961.

E. N. P. A. S. A.

Actividades geológicas.—Cartografía geológica y obtención de cortes geológicos seriados en las tres cadenas marginales de la cuenca del Ebro y en el permiso de Vich.

Cortes geológicos seriados de detalle del valle del Ebro y permisos de Huesca y Lérida.

Fotogeología.—Cartografía fotogeológica de los permisos de Vich, Huesca, Lérida y Logroño.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Dos equipos llevaron a cabo el estudio gravimétrico de los permisos Huesca-Lérida y Logroño y del permiso de la zona Oeste de Vich, haciendo un total de 16.600 estaciones con una densidad media de observación de 1,5-3 estaciones/Km², por contrato con el INSTITUTO GEOLOGICO.

Sísmica de reflexión.—13 1/2 equipos-mes en el permiso Huesca-Lérida; cuatro en el de Vich y uno en el de Logroño, haciendo un total de mil kilómetros de perfiles sísmicos, por contrato con la COMPAGNIE GÉNÉRALE DE GÉOPHYSIQUE.

Sísmica de refracción.—Una corta campaña de ensayos de eficacia del método en la parte Oeste del permiso de Vich.

Magnetometría.—Se realizó una prueba en el permiso de Logroño.

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
82	ENPASA 1	Ballobar 1	25 octubre 1961	↓	↓
86	ENPASA 2	Juanetas 1	17 dicbre. 1961	↓	↓

Ballobar núm. 1.—En la provincia de Huesca, al noroeste de Fraga. En una estructura geofísica. 3° 50' 16" de longitud Este, 41° 33' 30" de latitud Norte.

Terciario continental	0-1.094 m.	Arcillas, calizas y anhidritas.
Cretáceo Inferior	1.094-1.249 m.	Calizas y margas.
Jurásico	1.249-1.353 m.	Calizas.
Liásico	1.353-1.480 m.	Margas, calizas y dolomías.
Infraliásico	1.480-1.772 m.	Dolomías y anhidritas.
Keuper	1.772-1855 m. ↓	Margas abigarradas y anhidritas. (31-XII-61)

Se realizaron varias pruebas de producción, una entre 1.206,45/1.226,15 metros. No dió resultado alguno, ni presión. Otra entre 1.419,50/1.453 metros dió 3.400 litros de agua salada bajo presión. El sondeo fué contratado con SONPETROL-FOREX y realizado con una IDECO-SUPER 7 × 11.

Juanetas, núm. 1.—En la provincia de Gerona en el anticlinal de Juanetas, al oeste de Olot, 6° 05' 50" de longitud Este, 42° 06' 58" de latitud Norte.

Eoceno	0-177 m. ↓	Margas arcillosas y calizas que algunas veces son arenosas. (31-XII-61)
--------	------------	--

Este trabajo estaba empezándose justamente al final del año 1961, por contrato con la COMPAÑIA IBÉRICA DE SONDEOS, Equipo FORAKY IX.

E. N. P. E. N. S. A.

Actividades geológicas.—Cincuenta equipos-mes en el permiso de las provincias vascas, y cortes geológicos seriados en las márgenes del valle del Ebro.

Fotogeología.—Siete meses de trabajo en la interpretación de la estructura del permiso de las provincias vascas, con una superficie total de 1.500 Km².

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Diecisiete equipos-meses de trabajo en todos los permisos de la compañía, excepto en los de las provincias vascas, por contrato con la COMPAGNIE GÉNÉRALE DE GÉOPHYSIQUE.

Sísmica de reflexión.—1 1/3 equipo-mes en la estructura de Aramayona: siete equipos-mes en el permiso de la parte norte de Huesca-Navarra y permisos de Alfaro. Realizados con un equipo de C. G. G. y otro de PROLESA.

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
80	EMPENSA 1	Aramayona n.º 1	21 julio 1961	↓	↓

Aramayona, núm. 1.—En la provincia de Alava, en la zona de Villarreal, 1º 06' 12" de longitud Este, 43º 01' 37" de latitud Norte.

Wealdense ↓ 0-2653 m.
(31-XII-61)

Hasta entonces la perforación en seco. Equipo con EMSCO J. 1250.

ESSO IBERICA.

Actividades geológicas.—Tres equipos-mes en la zona catalana: 21 equipos-mes en la zona navarro-aragonesa.

Fotogeología.—Incluida en las actividades geológicas.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Siete equipos-mes en los permisos de Navarra y Aragón.

Sísmica de reflexión.—Doce equipos-mes en los permisos de Cataluña.

Sísmica de refracción.—No se empleó.

Magnetometría.—Siete equipos-mes en el permiso de Navarra-Aragón.

Actividades de perforación.—Ninguna hasta el momento.

PAHOC (Panamerican).

Actividades geológicas.—Ninguna.

Fotogeología.—No se empleó.

Actividades geofísicas.—Ninguna.

Actividades de perforación.—Ninguna.

PHILLIPS.

Actividades geológicas.—Seis equipos-mes en la zona de Burgos.

Fotogeología.—No se ha hecho.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Ninguna.

Sísmica de reflexión.—Dieciocho equipos-mes en la zona de Burgos.

Sísmica de refracción.—Un equipo-mes en la zona de Burgos.

Actividades de perforación.—Ninguna hasta ahora.

RICHFIELD-CITIES SERVICE (Richfield operadora).

Actividades geológicas.—Ningún trabajo de campo. Tres equipos-mes de trabajos de despacho, resúmenes y estudios regionales.

Fotogeología.—No se hizo nada.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Ninguna.

Sísmica de reflexión.—Cuatro equipos-mes en los permisos de Huesca, Almudebar y Sesa, por contrato con SEISMOS G. m. b. H. de Hannover.

Actividades de perforación.—Ninguna por ahora.

SIPSA.

Actividades geológicas.—Estudios detallados en los permisos de los permisos de Pennsylvania, Montserrat, Olot, Ripoll y Ampurdán.

Fotogeología.—Trabajos en las zonas de Ripoll y del Ampurdán.

Actividades geofísicas.—Ninguna.

Actividades de perforación.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
72	?	Gerona núm. 1	21 novbre. 1960	14 febrero 1961	1.475 m.

Gerona, núm. 1.—En la provincia de Gerona, cerca de Vilopriu, al noroeste de Gerona, 6° 41' 15" de longitud Este, 42° 06' 20" de latitud Norte.

Eoceno	0- 100 m.	Facies continental.
	100- 300 m.	Facies marinas, margas pizarreñas, conglomerados.
	300- 400 m.	Areniscas marinas.
	400- 500 m.	Margas, escasos elementos clásticos.
	500- 600 m.	Continental intermedio.
	600- 700 m.	Areniscas con muchos fósiles.
	700-1.200 m.	Margas pizarreñas de color gris oscuro.
Paleoceno	1.200-1.400 m.	Anhidritas.
	1.400-1.473 m.	Calizas fosilíferas.
	1.473-1.475 m.	

Se encontraron algunos lechos muy porosos que contenían algo de gas. Abierto de nuevo el pozo en enero de 1962 y hechas algunas pruebas (Schlumberger y Dowell-Schlumberger), han dado indicios de contener gas. Equipo WIRTH-CARDWELL.

TIDEWATER-SOHIO (Tidewater operadora).

Actividades geológicas.—Ninguna.

Fotogeología.—No se hizo nada.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Ninguna.

Sísmica de reflexión.—Tres equipos-mes en la zona-Huelva-Sevilla, por contrata con ROGERS.

Actividades de perforación.—Ninguna hasta el momento.

UNION.

Actividades geológicas.—Dos equipos-mes estudiando la geología de superficie del permiso de Carcelén (Albacete).

Fotogeología.—Tres meses de estudio de los permisos de Carceén y Murcia.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—1 1/4 equipo-mes en el permiso de Sevilla, por contrata con PROLESA (filial de LERICI, Italia).

Sísmicas.—Ninguna.

Magnetométricas.—1 1/4 equipo-mes en el permiso de Sevilla, por contrata con PROLESA.

Actividades de perforación.—Ninguna hasta el momento.

VALDEBRO (Ini-Gao).

Actividades geológicas.—Cuatro equipos-mes formados con personal propio en sus diferentes permisos.

Fotogeología.—(No separada de la geología de campo.)

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Doce equipos-mes de trabajos de investigación gravimétrica en todos los permisos.

Sísmica de reflexión.—Siete equipos-mes en diversas zonas. A finales de julio los equipos fueron trasladados al Sáhara.

Actividades de perforación.—Trece meses de equipo de perforación (wild cat). En febrero el programa quedó reducido a un equipo.

NUMERO DE ORDEN		Nombre	Iniciado	Terminado	Profundidad
General	De la Compañía				
70	VALDEBRO 20	Cerro Gordo núm. 3	10 septbre. 1960	2 febrero 1961	2.831 m.
73	VALDEBRO 29	San Pedro núm. 1	28 novbre. 1960	13 febrero 1961	2.350 »
75	VALDEBRO 30	San Pedro núm. 2	22 febrero 1961	10 abril 1961	1.737 »
77	VALDEBRO 31	San Pedro núm. 3	14 abril 1961	30 abril 1961	826 »
78	VALDEBRO 32	Vilanueva núm. 1	14 mayo 1961	8 septbre. 1961	3 060 »
81	VALDEBRO 33	Pamplona Sur núm. 1	15 septbre. 1961	↓	↓

Cerro Gordo, núm. 3.—En la provincia de Cádiz, 25 kilómetros al norte de Gibraltár y 2,3 kilómetros al este de Cerro Gordo, núm. 1, en un domo definido por geofísica y geología del subsuelo: 1° 38' 48" de longitud Oeste y 36° 21' 10" de latitud Norte.

Terciario	0-1.087 m.	Clásticas.
Cretáceo	1.087-1.200 m.	Calizas y margas pizarreñas.
Jurásico	1.200-1.761 m.	Calizas.
Liásico	1.761-1.881 m.	Dolomías y margas pizarreñas.
Rético	1.881-2.831 m.	Dolomías, anhidritas y margas pizarreñas.

El Jurásico resultó compacto excepto cierta porosidad cavernosa a los 1.607 metros, en donde el agua sulfurosa fluía a razón de 50.000 b/d. Indicios de petróleo en el Rético acompañados de agua salada. Fallas por debajo a 2.037 metros. Equipado con Emsco J.-1.100.

San Pedro, núm. 1.—En la provincia de Burgos, al noroeste de Burgos, como ensayo estratigráfico en el flanco de un anticlinal sísmico: 0° 12' 28" de longitud Oeste y 42° 26' 59" de latitud Norte.

Terciario	0-1.348 m.	Margas y areniscas.
Cretáceo	1.348-2.073 m.	Calizas, margas y areniscas.
Albense-Cretáceo Inferior	2.073-2.292 m.	Areniscas.
Paleozoico	2.292-2.350 m.	Pizarras y cuarcitas.

Una cuña estratigráfica fue identificada como Oligoceno. Buenos niveles porosos a intervalos en el Cretáceo, dieron agua salada. Ausencia del Mesozoico Inferior y Paleozoico Superior. Equipo Emsco CG 500.

San Pedro núm. 2.—En la provincia de Burgos, a tres kilómetros al nordeste de San Pedro, núm. 1, para investigar una estructura cerrada por falla en el flanco de un anticlinal sísmico: 0° 12' 05" de longitud Oeste y 42° 28' 36" de latitud Norte.

Terciario	0- 388 m.	Margas.
Cretáceo	388- 905 m.	Calizas, margas y areniscas.
Albense-Cretáceo Inferior	905-1.131 m.	Margas y limolitas.
Triásico	1.131-1.445 m.	Margas y limolitas.
Carbonífero	1.445-1.737 m.	Pizarras.

Porosidad en el Cretáceo Superior, que resultó parcialmente inundado con agua dulce. Presencia del Mesozoico Inferior y Paleozoico Superior. La sección mesozoica en falla. Equipado con Emsco CG 500.

San Pedro, núm. 3.—En la provincia de Burgos, un kilómetro al noroeste de San Pedro, núm. 2, para investigar la culminación de un anticlinal descubierto por geofísica: 0° 11' 59" de longitud Oeste y 42° 29' 09" de latitud Norte.

Terciario	0-309 m.	Margas.
Cretáceo Superior medio	309-488 m.	Calizas.
Albense-Cretáceo Inferior	488-629 m.	Areniscas.
Triásico	629-799 m.	Margas y limolitas.
Carbonífero	799-826 m.	Margas.

El Cretáceo contenía agua dulce. Equipo Emsco CG 500.

Villanueva, núm. 1.—En la provincia de Cuenca, 15 kilómetros al suroeste de Cuenca, en un anticlinal comprobado por sísmica: 1° 23' 18" de longitud Este y 40° 01' 44" de latitud Norte.

Oligoceno	0- 198 m.	Conglomerados.
Cretáceo Superior	198-1.087 m.	Margas, anhidritas, dolomías y calizas.
Albense-Cretáceo Inferior	1.087-1.217 m.	Areniscas y margas.
Liásico	1.217-1.632 m.	Calizas.
Cretáceo Superior (repetido)	1.632-2.431 m.	
Cretáceo Inferior (repetido)	2.431-2.549 m.	
Triásico	2.549-3.066 m.	Margas, areniscas y dolomías.

El Cretáceo Superior apareció con una serie evaporítica poco corriente. Fallas inversas en gran escala demuestran la existencia de una tectónica complicada en el Terciario de la depresión de Cuenca. Equipo Emsco CG 500.

Pamplona Sur, núm. 1.—En la provincia de Navarra, a 11 kilómetros al sureste de Pamplona, para ensayar una serie estratigráfica en la culminación local de un levantamiento regional. A 2° 06' 23" de longitud Este y 42° 43' 40" de latitud Norte.

Eoceno	0- 751 m.	Margas y calizas.
Paleoceno	751- 806 m.	Dolomías.
Cretáceo	806-1.592 m.	Calizas, limolitas, areniscas y margas.
Liásico	1.592-1.573 m.	Limolitas, dolomías y anhidritas.

Se encontraron indicios de petróleo en la caliza del Eoceno y también en las dolomías del Liásico. Porosidad cavernosa en la caliza del Eoceno, que contenía aguas dulces. Equipo EMSCO J. 1.100.

C. NUEVAS ASOCIACIONES DURANTE 1961

COMPANÍAS Y ASOCIACIONES	Operadora
CPISA, DEUTSCHE SCHACHTBAU, EURAFREP	
(con Eurafrep ampliando la primitiva asociación de CPISA con Deutsche Schachtbau).	CPISA

D. NUEVOS PERMISOS DURANTE 1961

Nombre de las Compañías	Superficie en Has.	Fecha de publicación en el B. O.	Z O N A
CIEPSA-SPANGOC ...	20.005	31 octubre 1961	Permiso de «Alpera» (Albacete)
	11.980	31 octubre 1961	Permiso de «Ayora» (Valencia)
	11.156	31 octubre 1961	Permiso de «Lombay» (Valencia)
EXPENSA ...	23.058	12 mayo 1961	Demasia N. de Ezcaray agregada al permiso «Ezcaray»
	47.900	12 mayo 1961	Demasia N. agregada al permiso Nájera»
ESSO-IBERIA ...	269.086	16 enero 1961	Permisos de «Pinadillos», «Gauste», «Mallén», «Egea de los Caballeros», «Sádaba», «Carcastillo», «Mélida» y «Pitillas» (Zaragoza y Navarra)
GAO-VALDEBRO ...	39.038	6 marzo 1961	Permiso «Zuera» (Huesca Zaragoza)
PAHOC ...	100.900	15 septbre. 1961	Permisos de «Navalón de Arriba», «Bicorp», «Navarrés» y «Antella» (Valencia)
UNION ...	26.722	15 septbre. 1961	«Carcelen» (Albacete)
	27.283	15 septbre. 1961	«Sevilla» (Sevilla)
	24.639	15 septbre. 1961	«Córdoba» (Córdoba)
	22.692	15 septbre. 1961	«Murcia» (Murcia)

E. COMPANÍAS CONTRATISTAS DURANTE 1961

CONTRATANTE	CONTRATISTA			
	Geología o Fotogeología	Geofísica	Sondeos	Equipos activos
CAMPESA-AMOSPAIN	GEOMAP	GEOPROSCO PRECISION	— LANGUEDOCIENNE —	OILWELL 64-B IDEAL 100 OILWELL 64-B
CIEPSA-SPANGOC-DÉILMANN	AEROEXPLORATION	ROGERS INSTITUTO GEOLOGICO SEISMOGRAPH	—	WIRTH GH 900 NATIONAL 110
CPISA	—	SEISMOS PRAKLA	—	—
ENPASA	—	INSTITUTO GEOLOGICO COMP. GEN. GEOPHYSIQUE	SONPETROL-FOREX CIA. IBERICA DE S.	IDECO SUP. 7.11 PORAKY IX
EXPENSA	—	COMP. GEN. GEOPHYSIQUE PROLESA	—	EMSCO J. 1250
ESSO-IBÉRICA	—	—	—	—
PAHOC	—	—	—	—
PHILLIPS	—	—	—	—
RICHFIELD-CITIES SERVICE	—	SEISMOS	—	—
SIPSA	—	—	—	WIRTH-CARDWELL
HIDEWATER-SOHIO	—	ROGERS	—	—
UNION	—	PROLESA	—	—
VALDEBRO	—	—	—	EMSCO J. 1.100 EMSCO C. G. 500

(Observación: Cuando no se indica contratista se expresa igualmente que ha hecho el trabajo por sí misma o que no ha suministrado la información).

ZONA II.—GUINEA

A. RESUMEN DE ACTIVIDADES Y COMENTARIOS GENERALES

CIEPSA-SPANGOC, que es la única compañía poseedora de permisos en la Guinea, ha desarrollado alguna actividad geológica, pero no trabajos geofísicos ni de perforación.

E. ACTIVIDADES DE LAS COMPAÑÍAS

CEPSA-SPANGOC (Spanish Gulf Oil Co. operadora).

Actividades geológicas.—Tres equipos-mes en las cuadrículas números 1 y 2.

Fotogeología.—Tres meses de trabajo en los mosaicos de las cuadrículas números 1 y 2.

Actividades geofísicas.—No se conoce ninguna.

Actividades de perforación.—No se sabe de ninguna.

C. NUEVAS ASOCIACIONES DURANTE 1961

Ninguna.

D. NUEVOS PERMISOS DURANTE 1961

Ninguno.

ZONA III.—SÁHARA

A. RESUMEN DE ACTIVIDADES Y COMENTARIOS GENERALES

El año 1961 ha sido testigo de muy intensa actividad en trabajos geológicos y geofísicos, de investigación de los diferentes permisos. Tan intensa, que ha ido agotando el tema y al final del año estaba declinando rápidamente. Muchos equipos y cuadrillas de personal habían sido evacuados o lo estaban siendo a fines de año. También ha aumentado la actividad en trabajos de perforación, iniciados por CEPSA-SPANGOC (GULF) en 1960 con un sondeo estratigráfico.

En total 10 sondeos han sido completados, perforados o iniciados dentro de 1961.

ATLANTIC ha perforado tres sondeos estratigráficos (profundidad máxima 787 metros).

SPANGOC (GULF)-CEPSA ha perforado o iniciado diez sondeos, la mayor parte estratigráficos, y completado uno, comenzado en 1960. En total once.

RICHFIELD (y asociadas) ha comenzado un sondeo profundo a finales de 1961.

TIDEWATER (y asociadas) ha comenzado un sondeo profundo a finales de 1961.

UNION (y asociadas) ha perforado un sondeo profundo (1.231 m.) e iniciado otro en el que se trabaja todavía.

En consecuencia, de las diez compañías o asociaciones poseedoras de permisos de investigación en el Sáhara, cinco han comenzado trabajos de perforación más o menos profundos.

Tres compañías o asociaciones, CHAMPLIX, PAHOE y PHILLIPS, comunican haber realizado trabajos intensivos geológicos y geofísicos.

CALTEX no ha informado nada respecto a sus actividades.

MAGELLAN tampoco ha proporcionado información respecto a sus actividades.

Aunque no se conoce ningún hallazgo importante, sin embargo ha habido bastantes rumores de que se han encontrado indicios de gas o petróleo.

Por lo que se refiere a nuevos permisos o asociaciones, las novedades más salientes son las siguientes:

IPESA (MAGELLAN y asociadas) ha obtenido la cuadrícula número 18.

CEPSA-SPANGOC tienen la cuadrícula número 61 pendiente de concesión.

IPESA ha aumentado su base mediante asociación con SAFREP y AUSTONIA.

Muy poco se conoce de los resultados de las investigaciones llevadas a cabo por las diversas compañías, que guardan acerca de la materia una cerrada reserva. No obstante, y a título de rumor, que es como se transmite la escasa información comunicada en conversaciones, se dice que en la zona noroeste del territorio se ha atravesado una profunda depresión constituida por Neógeno y Cretáceo Superior e Inferior hasta una profundidad de 2.000 metros y además 1.000 metros de Jurásico, hasta el Oxfordiense.

El Neógeno y Cretáceo Superior son predominantemente marinos, mientras que en el Cretáceo Inferior domina la facies wealdense, muy semejante a nuestro Wealdense del norte de España y, como en éste, con algunas cuñas marinas.

En la costa occidental, el Cretáceo Inferior, con una facies wealdense similar, profundiza hasta más de 1.500 metros bajo el nivel del mar.

Pero no obstante, la analogía entre las circunstancias geológicas generales de la costa noroeste y la oeste no parece ser muy estrecha.

Los indicios parecen estar limitados al Cretáceo Superior.

GULF ha encontrado agua artesiana dulce a 1.600 metros de profundidad, surgente por encima de la torre del sondeo en la cuadrícula 10.

El año 1962 verá probablemente escasas actividades geológicas y geofísicas, puesto que han sido completadas ya, al parecer, por la mayor parte de las compañías. Se espera, en cambio, un gran desarrollo de trabajos de perforación, puesto que PHILLIPS y CHAMPLIX proyectan sondear al comienzo del año 1962, y probablemente el resto, entre ellas VALDEBRO, etc., seguirán pronto.

Las actividades de perforación del año 1962 serán observadas con gran interés y curiosidad, curiosidad abundantemente alimentada por la falta casi total de información fehaciente.

B: ACTIVIDADES DE LAS COMPAÑÍAS

ATLANTIC.

Actividades geológicas.—Doce equipos-mes de estudios geológicos de superficie en las cuadrículas 67 y 77.

Fotogeología.—Trabajos en las cuadrículas 12, 67 y 77.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Dos equipos-mes por contrata con ROBERT H. RAY INTERNATIONAL INC.

Sísmica de reflexión.—Doce equipos-mes (método Stomper), por contrata con INDEPENDENCE, S. A.

Sísmica de refracción.—Dos equipos-mes, por contrata con WESTERN GEOPHYSICAL COMPANY OF AMERICA.

Actividades de perforación.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
67	5	ATLANTIC 67-1	—	—	225,7 m.
67	6	ATLANTIC 67-1A	—	—	787,0 »
77	8	ATLANTIC 77-1	—	—	610,0 »

Atlantic 67-1.—En la cuadrícula 67: 14° 47' 57" de longitud Oeste y 23° 47' 23" de latitud Norte. Sondeo estratigráfico de una profundidad total de 225,7 metros. Perforado por contrata con ROBERT H. RAY.

Atlantic 67-1A.—En la cuadrícula 67. A 150 metros al Sur, 23° Este de Atlantic 67-1. Sondeo estratigráfico hasta una profundidad total de 787 metros. Perforado por contrata con ROBERT H. RAY.

Atlantic 77-1.—En la cuadrícula 77. 15° 49' 00" de longitud Oeste y 23° 12' 02" de latitud Norte. Sondeo estratigráfico de una profundidad de 610 metros. Perforado por contrata con ROBERT H. RAY.

CEPSA-SPANGOC (Spangoc operadora).

Actividades geológicas.—Cinco equipos-mes del equipo número 1 y cuatro y medio equipos-mes del equipo número 2, los cuales han trabajado unas veces conjuntamente y otras independientemente en todas las cuadrículas.

Fotogeología.—Doce equipos-mes en todos los permisos.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Cuatro y medio equipos-mes en las cuadrículas 16, 47 y 51, mediante contrato con ROBERT H. RAY INC. Seis y medio equipos-mes en las cuadrículas 65, 86 y 97, cuyo trabajo ha sido contratado con el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

Sísmicas.—Doce equipos-mes en las cuadrículas 3, 9, 10, 47, 65 y 66 por el equipo S-3102 de la COMPAÑÍA GENERAL DE GEOFÍSICA (C. G. G.). Nueve y medio equipos-mes en las cuadrículas 3, 9, 10, 16, 47, 65 y 66 por la cuadrilla S-3103 de C. G. G.

Sísmica submarina.—Cuatro y medio equipos-mes en la plataforma submarina correspondiente a las cuadrículas 47, 51, 65 y 97 desde barco. Investigación marina contratada con GEOPHYSICAL SERVICES INTERNATIONAL BAHAMAS LTD. (G. S. I.).

Actividades de perforación.—12.134,51 metros perforados durante el año 1961 en un sondeo comenzado en diciembre de 1960, y ocho empezados y terminados durante 1961, en las cuadrículas 9.3 y 47. Por contrata con FALCON SEABOARD OF PANAMÁ, S. A.

CHAMPLIN-SUN-PURE-IBERICA DE PETROLEOS (Champlin operadora).

Actividades geológicas.—Catorce equipos-mes de trabajos geológicos.

Fotogeología.—Interpretación geológica de la totalidad de los permisos.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Doce equipos-mes.

Sísmica de reflexión.—Un equipo doce meses; otro equipo ocho meses. Un total de 1.745 kilómetros de perfiles trazados, y 512 metros de perforación para colocación de explosivos.

Sísmica de refracción.—Tres equipos-mes (parcialmente trabajando durante siete meses), y 375 kilómetros de perfiles obtenidos.

Actividades de perforación.—Ninguna hasta ahora. Se espera que comiencen a principios del año 1962.

PAHOC-INI (Panamerican operadora).

Actividades geológicas.—Nueve equipos-mes en trabajos de geología en las cuadrículas 5 y 6 y zonas adyacentes.

Fotogeología.—Nada.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas. Dos equipos-mes de doble equipo de gravimetría trabajando en las cuadrículas 5 y 6. Contratista, GEOPROSCO.

Sísmica de reflexión.—Tres y medio equipos-mes en la cuadrícula 6 (método Thumper). Por contrata con ROBERT H. RAY INC.

Actividades de perforación.—Ninguna hasta ahora.

PHILLIPS.

Actividades geológicas.—Tres equipos-mes en las cuadrículas 4 y 11.

Fotogeología.—Ninguna.

Actividades geofísicas.

Sísmica de reflexión.—Doce equipos-mes en las cuadrículas 4 y 11.

Actividades de perforación.—Ninguna hasta ahora.

RICHFIELD-CAPMSA-CITIES SERVICE-BANESTO (Richfield operadora).

Actividades geológicas.—Veinte equipos-mes de trabajos de campo, de los cuales catorce dentro de los permisos y seis fuera de ellos. Estos trabajos comprendían mapas detallados y estudios estratigráficos, principalmente en los sectores del Paleozoico y Mesozoico de las zonas la Sequía el Hamra y Uad el Jat.

Fotogeología.—Ninguna actividad.

Actividades geofísicas.

Sísmica de reflexión.—Doce equipos-mes de trabajo en las cuadrículas 30, 39, 40 y 43. Este trabajo se contrató con WESTERN GEOPHYSICAL COMPANY OF AMERICA.

Actividades de perforación.—Empezaron justo al terminar el año 1961 con su primer sondeo profundo. Además de eso se ha llevado a cabo una serie (ocho meses de equipo de sondeo) de perforaciones para obtención de información estratigráfica y de estructuras, empleando para ello material de

preparación de disparos sísmicos, todos ellos de menos de 300 metros de profundidad.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
43	18	RICHFIELD 43-1 HASSI TARTAR 43-1	26 dicbre. 1961	↓	↓

Richfield 43-1, Hassi Tartar 43-1.—En la cuadrícula 43, en la zona suroeste de la misma, 14° 43' 38" de longitud Oeste y 25° 24' 40" de latitud Norte y 65,50 metros de cota.

Tenía 15 metros de profundidad al terminar el año 1961 y estaba atravesando Mioceno o formaciones más jóvenes. Contratado con DRILLING AND EXPLORATION COMPANY OF TEXAS, con un equipo NATIONAL 86-B.

TIDEWATER-SOHIO-URQUIJO (Tidewater operadora).

Actividades geológicas.—Seis equipos-mes del equipo número 1 en la zona suroeste de la cuenca de Tindouf y este de la cuenca central de Aaiun (personal del equipo número 1: dos geólogos, un topógrafo y personal auxiliar). Se prestó atención sobre todo a la serie estratigráfica.

Cinco equipos mes del equipo número 2 en la parte este del territorio en la dirección de la cuenca de Tindouf (composición del equipo número 2: dos geólogos, un topógrafo y personal auxiliar). Se midió la serie estratigráfica.

Siete equipos mes del equipo número 3 en la zona sureste de la cuenca de Aaiun (personal del equipo número 3: dos geólogos, un topógrafo y personal auxiliar). Se midió la serie estratigráfica.

Fotogeología.—Interpretación de las cuencas sedimentarias.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Tres equipos-mes en la cuenca de Tindouf. Seis y medio equipos mes en Río de Oro. Servicios contratados con ROBERT H. RAY.

Sísmica de reflexión.—Cuatro equipos-mes en la cuenca de Tindouf. Cinco equipos-mes en Río de Oro. Por contrato con GEOPHYSICAL SERVICES INT. (G. S. I.).

Refracción sísmica.—Doce equipos-mes en Río de Oro, por contrato con G. S. I.

Actividades de perforación.—El primer sondeo comenzó al final de 1961.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
56	17	TIDEWATER 56-1	20 diciembre. 1961	↓	

Tidewater 56-1.—En la cuadrícula 56: 14° 10' 01" de longitud Oeste y 24° 23' 59" de latitud Norte. Equipo CONTINENTAL EMSCO A-800.

UNION-IBERICA DE PETROLEOS (Unión operadora).

Actividades geológicas.—Dos equipos-mes para obtención de los cortes y series estratigráficas de la Sequía el Hamra.

Fotogeología.—Un mes dedicado al estudio del mosaico sahariano.

Actividades geofísicas.

Sísmica de reflexión.—Ocho equipos-mes en las cuadrículas 1, 2 y 8.

Actividades de perforación.—Dos sondeos contratados con CAMDRILL INTERNATIONAL INC.

Cuadrícula	NUMERO DE ORDEN		Iniciado	Terminado	Profundidad
	General	De la Compañía			
1	3	UNION 1 DAHORA 1-1 (Ildefonso)	1 marzo 1961	17 septbre. 1961	4 241 m.
8	4	UNION 8-1 AMSEQUIR 8-1 (Trinidad)	29 marzo 1961	↓	↓

Union-1-1 Dahora 1-1 (Ildefonso).—En la cuadrícula 1 (Dahora): 13° 12' 47" de longitud Oeste y 27° 28' 55" de latitud Norte. Se cortaron arenas y calizas y no dió indicios de petróleo o gas. Perforado con una Ibeco Super 7/11.

Union 8-1 Amsequir 8-1 (Trinidad).—En la cuadrícula 8 (Aaiun): 12° 49' 47" de longitud Oeste y 27° 12' 24" de latitud Norte. La profundidad alcanzada era de 2.700 metros en 31 de diciembre de 1961 y ha atravesado hasta ahora areniscas y calizas. El tramo perforado seco, por lo que se refiere a hidrocarburos. Perforado con un equipo Ibeco Super 7/11.

VALDEBRO.

Actividades geológicas. Diez equipos-mes empleados en trabajos de geología de superficie, la mayor parte en terrenos paleozoicos de la cuadrícula 44. Todo el trabajo de campo quedó terminado al finalizar diciembre de 1961.

Fotogeología.—Estos trabajos están comprendidos en las actividades geológicas.

Actividades geofísicas.

Gravimétricas.—Dos equipos-mes en trabajos de detalle de la cuadrícula 44, mediante contrato con PROLESA (LERICI).

Sísmica de reflexión.—Tres equipos-mes en la mitad oriental de la cuadrícula 44. El personal fué trasladado de la Península al Sáhara en agosto y empezaron los trabajos de campo en octubre.

Actividades de perforación.—Ninguna en 1961. Se proyecta comenzar los trabajos a principios de 1962.

C. NUEVAS ASOCIACIONES DURANTE 1961

COMPANÍAS Y ASOCIACIONES	Operadora
IPESA (MAGELLAN-SAFREP-AUSONIA-INI)	
Pendiente de aprobación	

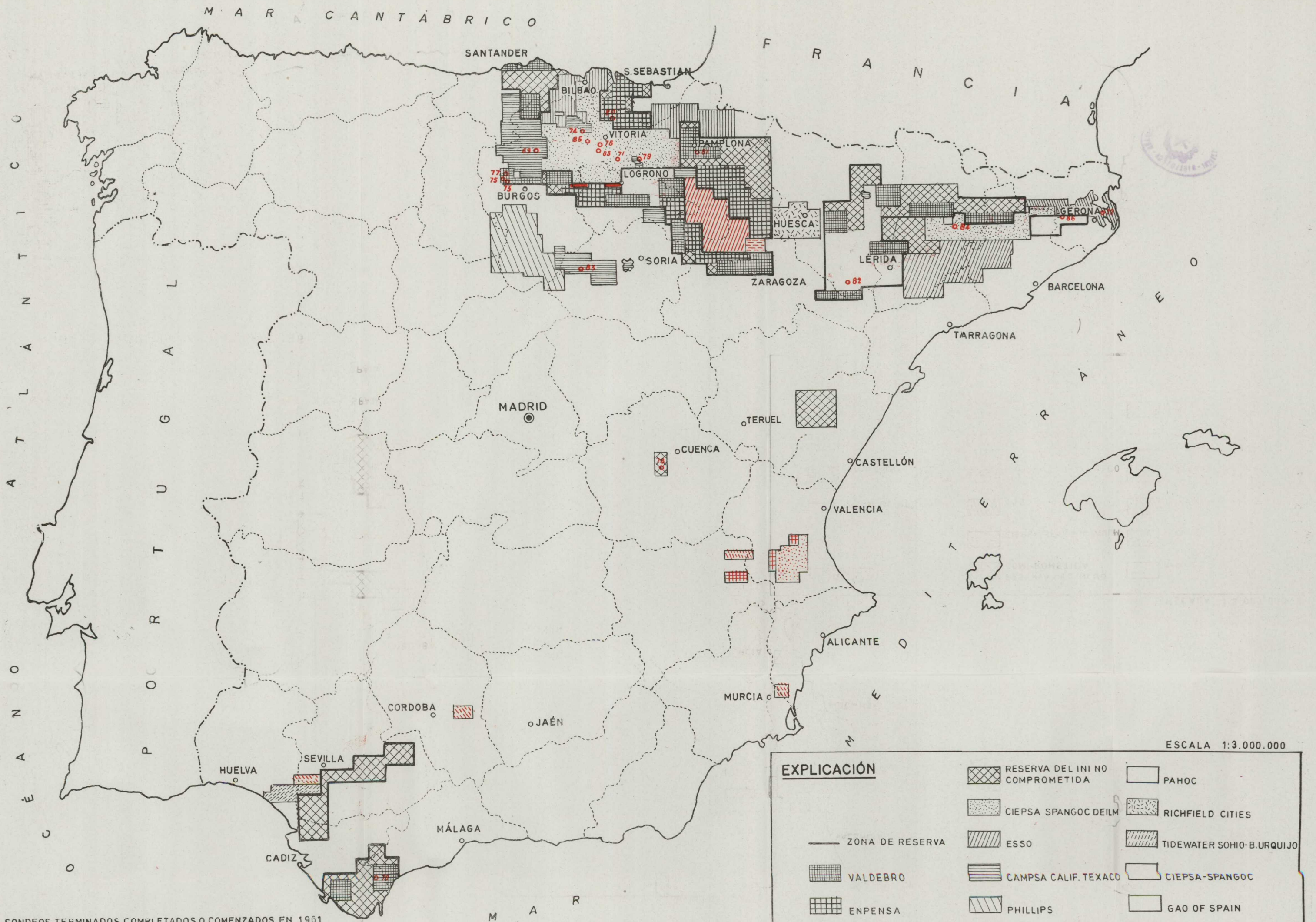
D. NUEVOS PERMISOS DURANTE 1961

Nombre de la Compañía	Superficie en Has.	Fecha de publicación en el «B. O.»	Z O N A
IPESA	244.807	1 marzo 1961	Cuadrícula núm. 18
SOLICITADOS DURANTE 1961 Y PENDIENTES DE CONCESION			
CEPSA-SPANGOC	2 0.303	13 diciembre. 1961	Cuadrícula núm. 61.

E. COMPAÑÍAS CONTRATISTAS DURANTE 1961

CONTRATANTE	CONTRATISTA			
	Geología o Foto-geología	Geofísica	Sondeos	Equipos activos
ATLANTIC	—	ROBERT T. H. RAY INDEPENDENT WESTERN	ROBERT H. RAY	—
CEPSA-SPANGOC	—	INSTITUTO GEOLOGICO COMP. GEN. GEOPHYSIQUE GEOPHYSICAL SERVICES INT. BAHAMAS	FALCON SEABOARD	—
CHAMPLIN-SUN-PURE IBERICA	—	—	—	—
PAHOC-INI	—	GEOPROSCO ROBERT H. RAY	—	—
PHILLIPS	—	—	—	—
RICHFIELD-CAMPSA-CITIES S.-BANESTO	—	WESTERN GEOPH.	DRILLING AND EXPL. CO. OF TEXAS	NATIONAL SO B
TIDEWATER-SOHIO-URQUIJO	—	ROBERT H. RAY GEOPHYSICAL SERV.	—	CONTINENTAL EMSCO A-SOO
UNION-IBERICA	—	—	CAMDRILL INT.	HOCO Super 7 II
VALDEBRO	—	PROLESA	—	—

(Observación: Cuando no se indica contratista se expresa igualmente que ha hecho el trabajo por sí misma o que no ha suministrado la información.)



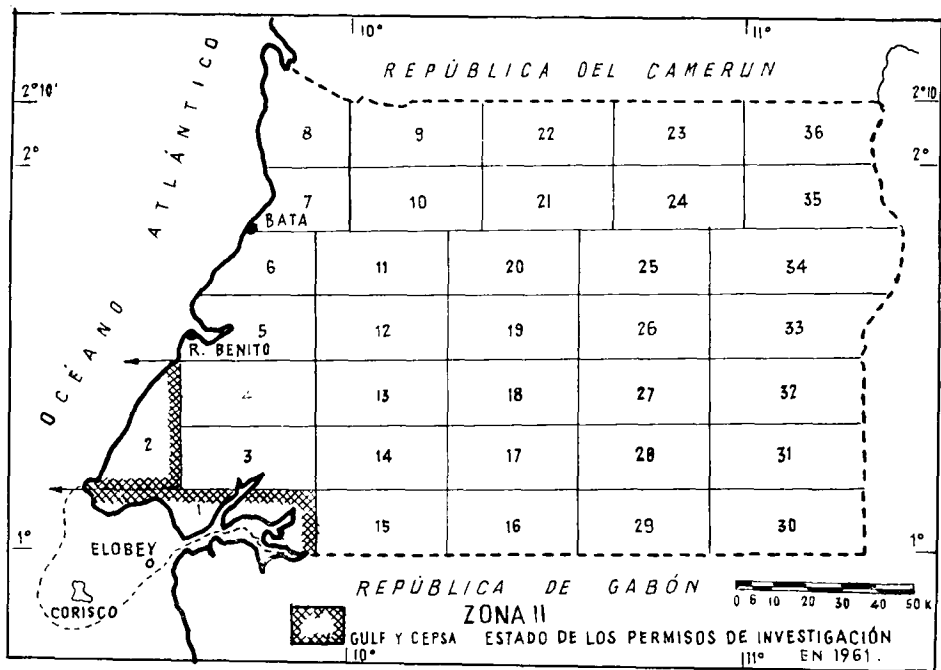
○ SONDEOS TERMINADOS COMPLETADOS O COMENZADOS EN 1961

- | | | | | | |
|--|---------|--|-------------|--|----------------|
| | ENPENZA | | CIPSA UNION | | CIEPSA SPANGOC |
| | ESSO | | PAHOC | | GAO OF SPAIN |

EXPLICACIÓN

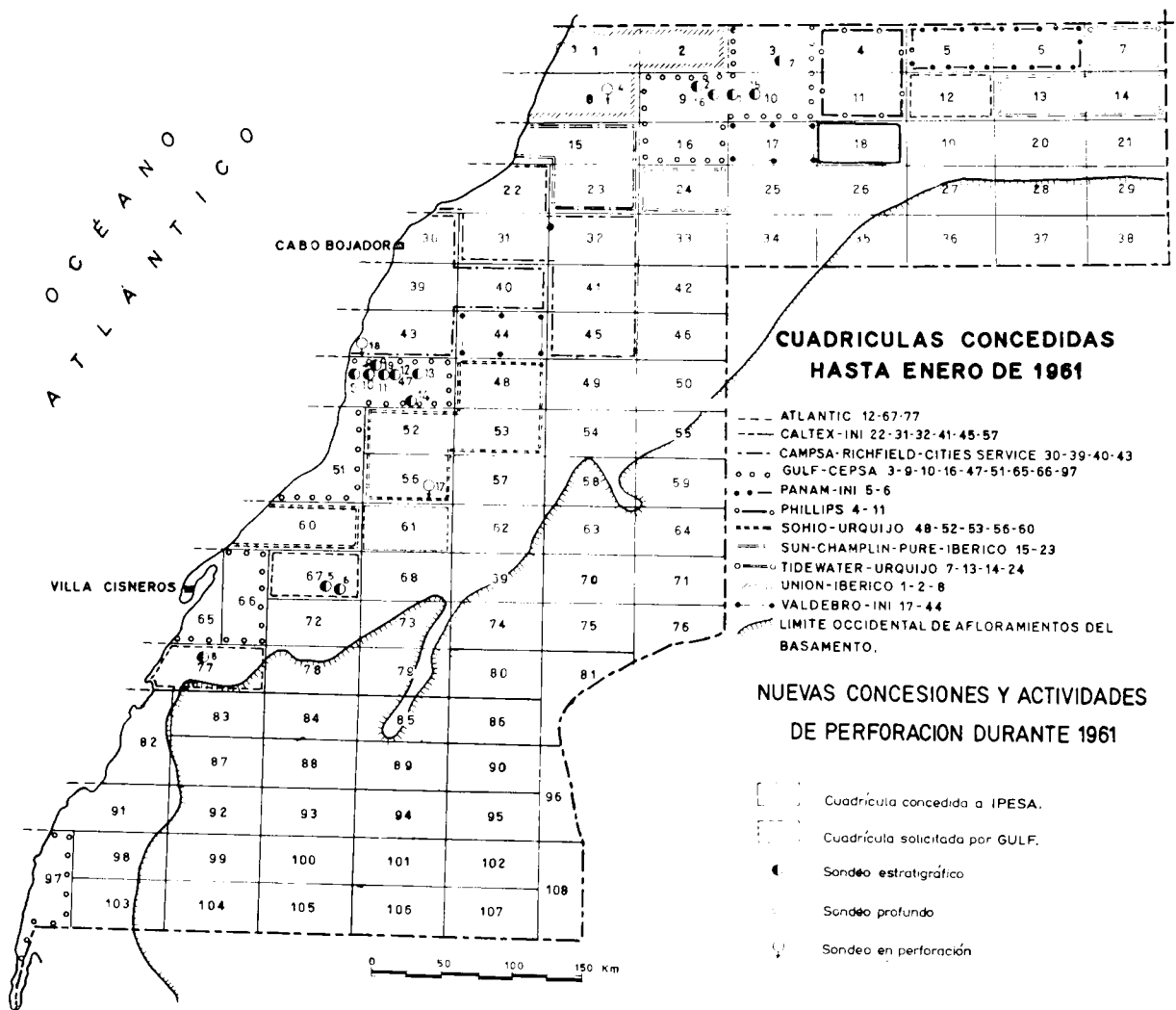
	RESERVA DEL INI NO COMPROMETIDA		PAHOC
	CIEPSA SPANGOC DEILM		RICHFIELD CITIES
	ZONA DE RESERVA		TIDEWATER SOHIO-B. URQUIJO
	VALDEBRO		CAMPASA CALIF. TEXACO
	ENPENSA		PHILLIPS
	ENPASA		CPISA
	INI-COPAREX		SIPSA
			CIPSA UNION

NUEVAS CONCESIONES DURANTE 1961



Mapa 2.

Apéndices



APENDICE I

PRINCIPALES ASOCIACIONES EN LA ZONA I (PENÍNSULA)
(1960)

Compañías y Asociaciones	Operadores
AMOSPAIN, CAMPSA	AMOSPAIN
CIEPSA, DEILMANN, SPANGOC	CIEPSA
CPISA, DEUTSCHE SCHACHTBAU	CPISA
ENPASA (INI, PETROREP, RAP, REPGA, SNPA)	SNPA
ENPENSA (INI, PETROREP, RAP, REPGA, SNPA)	RAP
ESSO	ESSO
GAO, INI	VALDEBRO
FAHOC, INI	FAHOC
PHILLIPS	PHILLIPS
RICHFIELD, CITIES SERVICE	RICHFIELD
SIPSA	SIPSA
TIDEWATER, SOHIO	TIDEWATER
UNION, CIPSA	UNION

PRINCIPALES ASOCIACIONES EN LA ZONA II (GUINEA) (1960)

Compañías y Asociaciones	Operadores
GULF, CEPSA	GULF

PRINCIPALES ASOCIACIONES EN LA ZONA III (Sáhara) (1960)

Compañías y Asociaciones	Operadores
ATLANTIC	ATLANTIC
CAITEX, INI (CALSPAIN, TENSPAIN, EPESA)	AMOSPAIN
CHAMPLIN, SUN, PURE, CIPSA	CHAMPLIN
GAO, INI	GAO
GULF, CEPSA	GULF
FAHOC, INI	FAHOC
PHILLIPS	PHILLIPS
RICHFIELD, BANESTO, CAMPSA, CITIES SERVICE	RICHFIELD
TIDEWATER, SOHIO, URQUIJO	TIDEWATER
UNION, CIPSA	UNION

APENDICE II

PRINCIPALES COMPAÑÍAS CONCESIONARIAS DE PERMISOS EN 1960.—ZONA I
(PENÍNSULA)

NOMBRE	Superficie 471.861	Fecha de publica- ción en el «B. O.»	Áreas de sus principales activi- dades (véase también mapa)
AMOSPAIN (CAITEX) CAMPSA	471.861	22 II-1960 26-IV-1960 12-V-1960	Norte de Burgos, O. de Soria, Centro-O. del Valle del Ebro, N. de la provincia de Huesca.
CIEPSA-SPANGOC- DEILMANN	894.650 (362.664 antiguas de CIEPSA) (261.986 nuevas de SPANGOC)	22 II-1960 7 III-1960 26 IV-1960	Zona de Vitoria, Zona de Cataluña, Orillas NO. y NE. de la cuenca del Ebro (zonas de Vitoria y Cataluña).
CPISA	434.285	26-IV-1960	Zona O. de las provincias vas- cas, Zona O. de los Pirineos.
ENPASA	623.387	18-X-1960	Tres permisos en las partes E., Centro y O. de la margen N. de la cuenca del Ebro.
ENPENSA	622.210	19-X-1960	Cuatro permisos en las provin- cias vascas, NO. y Centro de la margen N. de la cuenca del Ebro y uno en el centro de la margen S.
ESSO IBERIA	356.334	6 II-1960 12-V-1960	Pirineos Orientales y provincias de Logroño, Zaragoza y Na- varra.
GAO-INI (VALDEBRO)	796.113	16 VIII-1960	Cinco permisos a lo largo de la margen S. de la cuenca del Ebro, dos en la provincia de Santander, uno en Pamplona, cuatro en la orilla NE. de la provincia de Cuenca y dos en la de Cádiz.
PHILLIPS	441.160	3 III-1960	Provincias de Burgos, Palencia, Soria, Segovia y Valladolid.

NOMBRE	Superficie (en ha.)	Fecha de publicación en el «B. O.»	Áreas de sus principales actividades (véase también mapa)
RICHFIELD CITIES SERVICE	97.187	2 III 1960	Provincia de Huesca,
SDPSA	25.922	26 IV-1960 18 VIII 1960	Provincia de Gerona,
TIDEWATER SOHIO	75.783	25 III 1960	Provincias de Sevilla y Huelva en el valle del Guadalquivir.
ZONA II (GUINEA)			
CEPSA	64.032	23 II 1960	Cuadrícula 1.
SPANGOC	51.986	"	" 2.
ZONA III.—SABARA			
ATLANTIC	244.083	13 II 1960	" 12.
	250.952	14 IV 1960	" 67.
	309.326	"	" 77.
CALTEN-INT. (CAL.SPAIN, TEN- SPAIN, YPESSA)	227.400	13 II-1960	" 22.
	246.231	"	" 31.
	246.231	"	" 32.
	246.931	"	" 41.
	247.623	"	" 45.
	249.646	"	" 57.
CHAMPLIN, SUN, PURE, CIPSA	312.000	7 III 1960	" 15.
	245.523	"	" 23.
GAO, INT	244.807	24 III 1960	" 17.
	247.623	"	" 44.
GULF, (SPANGOC) CEPSA	243.350	17 VIII 1960	" 3.
	244.083	13 II-1960	" 9.
	244.083	"	" 10.
	240.807	"	" 16.
	310.500	"	" 47.
	242.000	"	" 51.
	126.053	17 VIII 1960	" 65.
	251.270	"	" 66.
	257.645	"	" 97.
PAHOC, INT	243.350	24 III 1960	" 5.
	243.350	"	" 6.

NOMBRE	Superficie (en ha.)	Fecha de publicación en el «B. O.»	Área de sus principales actividades. (Véase también mapa.)
PHILLIPS	243.350	13 II 1960	" 4.
	244.083	"	" 11.
RICHFIELD	161.500	13 II-1960	" 30.
BANESTO	217.590	"	" 39.
CANPSA	246.931	"	" 40.
CITIES SERVICE	271.600	"	" 43.
*Y plataforma submarina de las cuadrículas 30, 34 y 43.			
TIDEWATER	243.350	25 II 1960	Cuadrícula 7.
SOHIO	244.083	"	" 13.
B. URQUIJO	244.083	"	" 14.
	245.523	"	" 24.
	248.305	"	" 48.
	248.980	"	" 52.
	248.980	"	" 53.
	249.646	2 VI-1960	" 60.
	308.500	25 III 1960	" 60.
UNION, CIPSA	202.500	7 III-1960	" 1.
	243.350	"	" 2.
	257.490	"	" 8.

APENDICE III

DESIGNACIONES Y AFILIACIONES DE LAS COMPAÑÍAS

Nombre abreviado	Nombre completo	Afiliaciones y actividades principales
AMOSPAIN	American Overseas Petroleum (Spain) Ltd.	Filial de Amoseas, organización de Caltex para actividades fuera de los Estados Unidos.
ATLANTIC	Atlantic Exploration Company.	Filial de Atlantic Refining Co. de Filadelfia, Pa.
AUSONIA	Ausonia Mineraria.	Filial del grupo italiano Edison, que financia una serie de empresas industriales en Italia. Sede en Milán.

Nombre abreviado	Nombre completo	Afiliaciones y actividades principales
BANCO URQUIJO	Banco Urquijo	Sociedad bancaria española que dirige y participa en importantes negocios industriales y económicos. Tiene su oficina en Madrid.
BANESTO	Banco Español de Crédito.	Sociedad bancaria española que dirige y participa en importantes negocios industriales y económicos. Tiene su oficina central en Madrid.
CALSPAIN	California Oil Co. of Spain.	Una filial de la Standard Oil Co. de California, San Francisco, Cal. para actividades en la Península y Sáhara.
CALTEX	California Oil Co. N. Y.	Compañía que interviene en investigaciones en España a través de su filial Amoseas.
CAMPSA	Cia. Arrendataria del Monopolio de Petróleos, S. A.	Compañía española por acciones, concesionaria de la administración del monopolio de la distribución y ventas de petróleo en la Península. Se ha dedicado a investigaciones petrolíferas en la Península desde hace muchos años. Oficina central en Madrid.
CEPSA	Cia. Española de Petróleos, S. A.	Compañía española por acciones. Propietaria de refinerías y una flota de petroleros. Oficina central en Madrid.
CIEPSA	Cia. de Investigaciones y Explotaciones Petrolíferas, S. A.	Compañía española por acciones, filial de C. E. P. S. A. Ha realizado todas las investigaciones de la Península, para C. E. P. S. A., durante muchos años.
CIPSA	Cia. Ibérica de Petróleos, S. A.	Compañía española por acciones, propiedad del Banco Ibérico (Grupo Ferrero) y del Tesoro Español.
CITIES SERVICE	Spain Cities Service Petroleum Corp.	Una filial de Cities Service Company N. Y. para actividades en el Sáhara y la Península española.
CHAMPLIN	Champlin Oil and Refining, C. ^o Sucursal.	Sucursal en España de Champlin Oil and Refining Co., de Fort Worth Texas.

Nombre abreviado	Nombre completo	Afiliaciones y actividades principales
CPISA	Cia. Petrolífera Ibérica, S. A.	Compañía española, con intereses españoles y alemanes (Deutsche Schachtbau und Tiefbohr Gesellschaft m.b.H. Lingen, Ems). Oficina central en Madrid.
DEILMANN	Deilmann Española, S. L.	Una filial de C. Deilmann G. m. b. H., propietaria de campos de gas y petróleo en Alemania y permisos de investigación en Alemania, Yemen etc. Deilmann Española se ocupa de las actividades en España. Oficina central en Vitoria.
DEMAC	De Golyer and Mac Naughton.	Compañía americana de asesoramientos y estudios geológicos con sede en Dallas (Texas), que asesora a GAO.
D. G. de P. F. A.	Dirección Gral. de Plazas y Provincias Africanas.	Un departamento de la Presidencia para la administración (política y económica) de las provincias africanas.
ENPASA	Empresa Nacional de Petróleos de Aragón, Sociedad Anónima.	Una asociación del INI, REPGA, RAP, SNPA y PETROREP.
ENPENSA	Empresa Nacional de Petróleos de Navarra, Sociedad Anónima.	Una asociación del INI, REPGA, RAP, SNPA y PETROREP.
EPESSA	Exploraciones Petrolíferas del Sáhara, S. A.	Una organización fundada por Caltex para investigaciones en el Sáhara, que pasó posteriormente al INI.
ESSO IBERIA	Esso Iberia Inc.	Filial de la Standard Oil Co. N. J.
EURAFREP	Eurafrep Société de Recherches et d'Exploration de Pétrole.	Compañía francesa privada con investigaciones y explotaciones petrolíferas en Francia y Sáhara francés y producción en el Sáhara francés.
GAO	General American Oil of Spain Inc.	Filial de la General American Oil Co. de Texas, Dallas. Ha estado trabajando en España conjuntamente con el INI, a través de Valdebro, en la Península.

Nombre abreviado	Nombre completo	Afiliaciones y actividades principales
GULF	Gulf Oil Corporation.	Una de las cuatro grandes compañías petroleras de EE. UU. con intereses mundiales de investigación, explotación, transporte y refin. Sede en Pittsburgh, Pa.
INI	Instituto Nacional de Industria.	Empresa paraestatal, que funciona como empresa particular, para el desarrollo de la industria, especialmente en campos que ofrecen poco atractivo a la iniciativa privada.
IPESA	Investigaciones Petrolíferas, S. A.	Asociación de Magellan Petroleum Corp. y Oil Investment Inc. Panamá con Safrep, Ausonia e INI para investigación conjunta en el Sáhara.
MAGELLAN	Magellan Petroleum Corp	Filial de investigaciones y explotaciones petrolíferas del grupo Buckley.
OIL INVESTMENT	Oil Investment Inc.	Operadora de Paraestatal Petroleum Company C. A. y Pantepec Oil Company C. A. de Venezuela.
PAHOC	Panamerican Hispano Oil Co.	Filial de Panamerican Petroleum Co. (Agencia de la Standard Oil Co. de Indiana).
PETROREP	Société de Recherches Petrolières dans la région Parisienne.	Compañía francesa por acciones dedicada a investigaciones petrolíferas y de producción en Francia grupo Nabors. Oficina central en París.
PHILLIPS	Phillips Oil Co. of Spain	Filial de la Phillips Petroleum Company, Bartlesville, Oklahoma, para España.
PURE OIL	Pure Oil Co. de España.	Una filial de Pure Oil Co. de Chicago, Ill. y Columbus Ohio.
RAP	Regie Autonome de Recherches et Exploitation de Petroles.	Empresa paraestatal de la Administración estatal francesa para investigaciones y actividades de producción en Francia y en el Sáhara (a través de CREPS). Oficina central en París.
REPGA	Recherches d'Exploitation de Petrole et de Gaz.	Compañía francesa filial del Grupo Schneider, con permisos de explotación en Francia e intereses en el Sáhara. Oficina central en París.

Nombre abreviado	Nombre completo	Afiliaciones y actividades principales
RICHFIELD	Richfield Sahara Petroleum Co	Filial de Richfield Oil Corp. Los Angeles, Cal. para actividades en la Península y Africa española.
SAFREP	Société Anonyme Française de Recherche et Exploitation de Petroles	Filial del Bureau de Recherche de Pétrole y otras entidades y compañías francesas con sede en París.
SIPSA	Sociedad de Investigaciones Petrolíferas, S. A.	Compañía española dedicada hace varios años a investigaciones petrolíferas en las provincias catalanas. Oficina central en Barcelona. SIPSA se ha hecho cargo de los intereses de la mayoría de los tenedores de pequeños permisos de Cataluña.
SNPA	Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine.	Compañía francesa dedicada a la investigación y explotación de petróleo en Francia y Sáhara. Oficina central en París.
SOHIO	Sohio Iberian Oil Co.	Filial de Standard Oil Co. De Ohio, Cleveland, Ohio.
SPANCO	Spanish Gulf Oil Co.	Filial de Sun Oil Co. de Philadelphia Pa. para trabajos en España.
SUN	Hispanic Sun Oil Co.	Filial de Gulf Oil Corp. de Pittsburgh, Pa. para trabajos en España.
TEXSEMIN	Texaco (Spain) Incorporated.	Filial de Texaco Inc. N. Y.
TIDEWATER	Tidewater Oil Co. of Spain.	Filial de Tidewater Oil Co. Los Angeles, Cal. para actividades españolas.
UNION	Union Oil Co. de España	Filial de Union Oil Co. de California, Los Angeles, Cal. para actividades españolas.
VALDEBRO	Comisión de Investigaciones Petrolíferas «Valdebro».	Comisión conjunta formada por el INI, General American Oil Co. of Texas y asociadas, para la investigación de la Reserva del Estado hasta la nueva Ley y de sus permisos. Después de la nueva, con GAO, dedicada desde 1953 a una intensa investigación en la Península.

APENDICE IV

RELACIÓN DE SONDEOS POR COMPAÑÍAS

A) ZONA I.—(PENINSULA)

(Agradecemos a W. G. Nancarrow, de DEMAC, algunas correcciones)

Num. de orden de la Compañía	Num. de orden de a clasificación general	S O N D E O	Coordenadas	Epoca de perforación	Profundidad perforada en metros	RESULTADO g: gases. l: hidrocarburos líquidos. s: asfaltos.
C A M P S A						
1	1	Tudanca.	4° 01' 22" O. 42° 51' 33" N.	1941-43	445	Negativo.
2	2	Zamanzas 1.	0° 02' 46" O. 42° 50' 35" N.	1942	602	Indicios (g, l).
3	3	Zamanzas 2.	0° 02' 30" O. 42° 50' 32" N.	1944	820	Indicios (g, l).
4	4	Zamanzas 3.	0° 02' 48" O. 42° 50' 38" N.	1945	917	Indicios (g, l).
5	5	Peña Ortún.	0° 04' 34" O. 42° 52' 08" N.	1949-50	1.264	Indicios (g, l).
6	6	Dobro	0° 02' 37" E. 42° 49' 29" N.	1950-51	1.221	Negativo.
7	12	Villanueva de Rampalay.	0° 02' 20" O. 42° 50' 26" N.	1952-53	2.177	Indicios (g, l).
8	19	Delica.	0° 42' 08" E. 42° 57' 43" N.	1953-54	540	Negativo.
9	28	Leva 1.	0° 02' 14" O. 42° 56' 54" N.	1956	1.512	Indicios (l).
10	35	Leva 2.	0° 02' 40" O. 42° 56' 37" N.	1957-58	2.219	Negativo.
11	54	Guernica.	1° 01' 08" E. 43° 19' 48" N.	1958-59	1.640	Negativo.
12	69	Villalta 1.	0° 04' 55" E. 42° 42' 41,5" N.	1960-61	1.775	(g, l).
13	74	Zuazo.	0° 42' 11,7" E. 42° 54' 22,5" N.	1961	3.345	(g).
14	83	Ucero.	0° 41' 41,3" E. 41° 43' 11,5" N.	1961	1.046	Negativo.

Núm. de orden de la Compañía	Núm. de orden de la clasificación general	S O N D E O	Coordenadas	Epoca de perforación	Profundidad perforada en metros	RESULTADO g: gases. l: hidrocarburos líquidos. s: asfaltos.
C I E P S A						
1	5	Olina	0° 59' 36" E. 42° 04' 13" N.	1947-48	2.223,18	Negativo.
2	8	Burgo de Osma.	0° 37' 05" E. 41° 34' 26" N.	1948-50	2.211	Negativo.
3	9	La Marina.	3° 01' 40" E. 38° 08' 40" N.	1950-51	1.610	Negativo.
4	11	Rojales.	2° 58' 18" E. 38° 04' 30" N.	1951-52	1.581,5	Negativo.
5	13	Boltaña.	3° 43' 00" E. 42° 28' 00" N.	1952-54	2.124	Negativo.
6	21	Zañiga.	1° 23' 25" E. 42° 43' 16" N.	1954-56	3.127,6	(g).
7	23	Apodaca 1.	0° 57' 37" E. 42° 55' 03" N.	1955-56	2.533,06	Negativo.
8	31	Alda 1.	1° 21' 38" E. 42° 44' 54" N.	1956-59	5.024,25	Indicios (g).
9	29	Laño 1.	1° 05' 10" E. 42° 39' 36" N.	1956-57	3.501	Indicios (g, l, s).
10	33	Treviño 1.	0° 57' 20" E. 42° 43' 20" N.	1957	2.595,6	Indicios (g).
11	40	Treviño 2.	0° 59' 53" E. 42° 43' 02" N.	1957-58	1.998,90	(g).
12	42	Laño 2.	0° 59' 56" E. 42° 39' 48" N.	1958	2.199,65	Indicios (g).
13	45	Treviño 3.	0° 59' 09" E. 42° 43' 25" N.	1958-59	3.133,8	Indicios (g).
14	52	Allez.	1° 42' 49" E. 42° 42' 12" N.	1959	3.231	Negativo.
15	60	Urbasa.	1° 24' 43" E. 42° 48' 37" N.	1959-60	4.665	Indicios (g).
16	63	Castillo 1.	1° 00' 56" E. 42° 48' 04" N.	1959-61	4.349,0	(g, g, g).
17	64	Zuñia.	1° 34' 43" E. 42° 39' 58" N.	1960	1.057	Negativo.
18	71	Corres 1.	1° 13' 23" E. 42° 41' 00" N.	1960-61	4.458	(g).
19	76	Castillo 2.	1° 00' 47" E. 42° 47' 06" N.	1961	3.498	(g, g, g).

Núm. de orden de la Compañía	Núm. de orden de la clasificación general	S O N D E O	Coordenadas	Epoca de perforación	Profundidad perforada en metros	RESULTADO
						g: gases. l: hidrocarburos líquidos. s: asfaltos.
20	79	Gastián 1.	1° 24' 45" E. 42° 43' 51" N.	1961	3.438	(g, g).
21	84	Basella 1.	4° 59' 33" E. 42° 01' 01" N.	1961	↓	
22	85	Autezana 1.	0° 48' 26" E. 42° 46' 58" N.	1961	↓	

COMPANIA PETROLIFERA IBERICA

1	29"	Elvira 1.	0° 42' 11" E. 42° 57' 55" N.	1956	140.5	Estratigráfico.
2	29"	Elvira 2 a.	0° 42' 02" E. 42° 58' 03" N.	1956	171.8	Estratigráfico (g).
3	32'	Elvira 3.	0° 42' 05" E. 42° 58' 06" N.	1956	271.5	Estratigráfico (g).
4	32"	Elvira 4 a.	0° 41' 59" E. 42° 58' 14" N.	1956	340.1	Estratigráfico Indicios (g).
5	33'	Elvira 2 b.	0° 42' 14" E. 42° 58' 02" N.	1957	300.2	Estratigráfico (g).
6	33'	Elvira 4 b.	0° 41' 51" E. 42° 58' 15" N.	1957	505.5	Estratigráfico (g).
7	34'	Encarnación 1.	0° 26' 18" E. 43° 04' 19" N.	1957	438.5	Estratigráfico Indicios (g, l).
8	62'	Tabliega 1.	0° 14' 12" E. 43° 00' 28" N.	1958	482	Estratigráfico.
9	51'	Aloría 1.	0° 42' 21" E. 42° 59' 34" N.	1958-59	841	Estratigráfico.
10	51"	Sopeñano 1.	0° 21' 11" E. 42° 04' 45" N.	1959	510	Negativo.
11	57'	Sopeñano 2.	0° 20' 53" E. 43° 04' 38" N.	1959	405	Negativo.
12	59'	Lahoz 1.	0° 26' 57" E. 42° 52' 58" N.	1959	701	Negativo.
13	61'	Sopeñano 3.	0° 20' 50" E. 43° 04' 37" N.	1959	1.913	Negativo.
14	62'	Tabliega.	0° 14' 12" E. 43° 00' 28" N.	1959	482	Negativo.
15	64'	Sopeñano 4.	Próximo a los Sopeñano 1-3	1960	1.850	Indicios.

Núm. de orden de la Compañía	Núm. de orden de la clasificación general	S O N D E O	Coordenadas	Epoca de perforación	Profundidad perforada en metros	RESULTADO
						g: gases. l: hidrocarburos líquidos. s: asfaltos.
E N P A S A						
1	82	Ballobar 1.	3° 50' 16" E. 41° 33' 30" N.	1961	↓ 1.855	↓
2	86	Juanetas 1.	6° 05' 50" E. 42° 06' 58" N.	1961	↓ 177	↓
E N P E N S A						
1	80	Anamayona 1.	1° 06' 12" E. 43° 01' 37" N.	1961	↓ 2.653	↓
S I L S A						
1	72	Gerona 1	6° 41' 15" E. 42° 06' 20" N.	1960-61	1.475	(g, g).
V A L D E B R O						
1	15	Marcilla	1° 58' 38" E. 42° 20' 17" N.	1953	3.415.3	Negativo.
2	20	Castilfrío.	1° 22' 52" E. 41° 56' 38" N.	1954	2.200.7	Negativo.
3	24	San Lorenzo.	1° 19' 43" E. 39° 51' 46" N.	1955	2.580.4	Negativo.
4	25	Iglesias.	0° 16' 10" O. 42° 18' 35" N.	1955-56	2.180.2	Negativo.
5	26	Puigreig.	5° 34' 12" E. 41° 58' 56" N.	1956	3.191.2	Negativo.
6	27	Bornos.	2° 03' 58" O. 36° 50' 08" N.	1956	3.029.7	Negativo.
7	30	Matienzo.	0° 06' 10" E. 43° 18' 36" N.	1956	1.949.8	Negativo.
8	32	Almarchal.	2° 07' 00" O. 36° 08' 40" O.	1956-57	3.462.5	(g).
9	36	Asperillo.	2° 57' 40" O. 37° 04' 38" N.	1957	3.307.0	Negativo.
10	37	Isla Mayor.	2° 27' 39" O. 37° 09' 33" N.	1957	2.372.9	Negativo.

Núm. de orden de la Compañía	Núm. de orden de la clasificación general	S O N D E O	Coordenadas	Epoca de perforación	Profundidad perforada en metros	RESULTADO g: gases. l: hidrocarburos líquidos. s: asfaltos.
11	38	Moguer.	3° 06' 53" O. 37° 09' 21" N.	1957	2.472,9	Negativo.
12	39	Almonte.	2° 47' 09" O. 37° 15' 45" N.	1957	1.344,2	Negativo.
13	41	Ojén.	1° 56' 46" O. 36° 09' 17" N.	1957-58	1.750,8	(g).
14	43	Cerro Gordo 1.	1° 40' 20" O. 36° 21' 15" N.	1958-59	3.558,5	Indicios (g, l).
15	44	Quintana Redonda.	1° 07' 55" E. 41° 39' 61" N.	1958	1.156,4	Negativo.
16	46	Gormaz.	0° 38' 06" E. 41° 29' 22" N.	1958	2.200,1	Negativo.
17	47	Monegrillo.	3° 15' 30" E. 41° 37' 18" N.	1958	1.446,3	Negativo.
18	48	Pamplona 1.	1° 57' 05" E. 42° 51' 03" N.	1958-59	2.788,3	Indicios (g, l).
19	49	La Zaida.	3° 16' 22" E. 41° 19' 39" N.	1958	1.698,3	Negativo.
20	51	Retuerta.	0° 02' 51" E. 43° 00' 47" N.	1958-59	3.390,6	Indicios (g, l).
21	55	Pamplona 2.	1° 59' 10" E. 42° 49' 35" N.	1959	1.809,6	Indicios (l, g).
22	56	Cerro Gordo 2.	1° 42' 10" O. 36° 22' 10" N.	1959	3.377,2	Indicios (l, g).
23	59	Monesma.	4° 15' 15" E. 42° 14' 42" N.	1959-60	4.750,0	(g).
24	62	Pamplona 3.	1° 56' 43" E. 42° 50' 52" N.	1959-60	4.434,2	(g, g) (s) (a).
25	66	Bujaraloz.	3° 34' 03" E. 41° 25' 25" N.	1960	2.824,9	Indicios.
26	67	Pamplona 4.	1° 57' 37" E. 42° 51' 11" N.	1960	1.715,1	Negativo.
27	68	Zaragoza 1.	2° 49' 03" E. 41° 49' 11" N.	1960	2.252,8	Indicios (l).
28	70	Cerro Gordo 3.	1° 38' 48" O. 36° 21' 10" N.	1960-61	2.831,6	Indicios (l, g).
29	73	San Pedro 1.	0° 12' 28" O. 42° 26' 59" N.	1960-61	2.350,0	Negativo.
30	75	San Pedro 2.	0° 12' 05" O. 42° 28' 35" N.	1961	1.737,4	Negativo.

Núm. de orden de la Compañía	Núm. de orden de la clasificación general	S O N D E O	Coordenadas	Epoca de perforación	Profundidad perforada en metros	RESULTADO g: gases. l: hidrocarburos líquidos. s: asfaltos.
31	77	San Pedro 3.	0° 11' 59" O. 42° 29' 09" N.	1961	826,3	Negativo.
32	78	Villanueva 1.	1° 23' 18" E. 40° 01' 44" N.	1961	3.060,2	Negativo.
33	81	Pamplona Sur 1.	2° 06' 23" E. 42° 43' 40" N.	1961-62	↓	

B. ZONA ILE (SAHARA)

Núm. de orden de la Compañía	Núm. de orden de la clasificación general	S O N D E O	Coordenadas	Epoca de perforación	Profundidad perforada en metros	RESULTADO g: gases. l: hidrocarburos líquidos. s: asfaltos.
CEPSA-SPANGOC						
1	1	A 1-10.	—	?	—	—
2	2	B 2-9.	—	1961	—	—
3	7	E 1-3.	—	1961	—	—
4	9	A 1-47.	—	1961	—	—
5	10	A 2-47.	—	1961	—	—
6	11	A 3-47.	—	1961	—	—
7	12	A 4-47.	—	1961	—	—
8	13	B 5-47.	—	1961	—	—
9	14	G 6-47.	—	1961	—	—
10	15	B 2-10.	—	1961	—	—
11	16	B 1-19.	—	1961	—	—
12	19	A-7-47.	↓	1961	—	—

ATLANTIC

1	5	Atlantic 67-1.	14° 47' 57" O. 23° 47' 23" N.	1961	225,7	Estratigráfico.
2	6	Atlantic 67-1A.	14° 47' 57" O. 23° 47' 23" N.	1961	787,0	Estratigráfico.
3	8	Atlantic 77-1.	15° 49' 00" O. 23° 12' 02" N.	1961	610,0	Estratigráfico.

Num. de orden de la Compañía	Num. de orden de la clasificación general	SONDEO	Coordenadas	Epoca de perforación	Profundidad perforada en metros	RESULTADO
						g. gases. l. hidrocarburos líquidos. s. asfaltos.
RICHFIELD-CAMPSA						
1	18	Hassi Tartar 43-1.	14° 43' 38" O. 25° 24' 40" N.	1961	1	—
UNION IBERICA (Y ASOCIADOS)						
1	3	Daora 1-1.	13° 12' 47" O. 27° 28' 55" N.	1961	4.241	Negativo.
2	4	Amsequir 8-1.	12° 49' 47" O. 27° 12' 24" N.	1961	2.700	—
TIDEWATER (Y ASOCIADOS)						
1	17	Tidewater 56-1.	14° 10' 01" O. 24° 23' 59" N.	1961	1	—

BIBLIOGRAFÍA

- ALMELA, A.: *Las investigaciones petrolíferas en la vertiente Sur Pirenaica*. «Pirineos», números 31-32. Zaragoza, 1954.
- — — *Symposium sobre yacimientos de petróleo y gas. La investigación petrolífera en España*. XX Congreso Geológico Internacional. 39 págs. México, 1956.
- — — *Synthèse Stratigraphique du Bassin de l'Ebre*. III^e Congrès National du Pétrole Française. Pau, 1957.
- — — *La vertiente sur pirenaica desde el punto de vista de la investigación petrolífera*. NOT. Y COM. INST. GEOL. Y MIN. DE ESPAÑA, núm. 50, 38 págs. Madrid, 1958.
- — — *El Ebro y el Petróleo*. Conferencia pronunciada en la Real Sociedad Geográfica. Madrid, 1959.
- — — *Geología del Petróleo en España*. Conferencia inaugural del Curso sobre investigación, explotación, transporte y refinado de hidrocarburos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid.
- BENTZ, A.: *Petróleo en Alemania* (Introducción por J. M. Ríos). N. Y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 15. Madrid, 1946.
- CAMPSA: *Prospección petrolífera*. Folleto de Información. Madrid, 1953.
- DUPUY DE LÔME, E.: *Las investigaciones de petróleo en España*. «Bol. del I. G. y M. de España», t. III. Madrid, 1967.
- — — *Terrenos petrolíferos españoles*. «B. O. de la Dirección General de Minas», año XXI, número 237, febrero-marzo

- DUPUY DE LÔME, E. y SÁNCHEZ LOZANO: *Un aspecto de las investigaciones petrolíferas en España*. CLXXV aniversario de la Escuela de Minas. Madrid.
- ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS: *Conferencias de diversos autores en el Curso de Hidrocarburos*, 1960-61.
- GARRIDO, J.: *La prospección de petróleos en España*. «Combustibles», año VII, núms. 45 y 46. Zaragoza, 1948.
- GÁVALA, J.: *Regiones petrolíferas en Andalucía*. «Bol. Com. del Mapa Geológico de España», t. XXXVII. Madrid, 1916.
- — — *Yacimientos de petróleo en Huidebro (Burgos)*. «Bol. Com. del Mapa Geológico de España», t. XXXVII, pág. 265, segunda serie, tomo XVII, Madrid, 1916.
- — — y J. M. Ríos: *Actividades de Adaro y Vaidebro en la investigación de hidrocarburos*, N. Y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 38, pág. 121. Madrid, 1955.
- GEL RUIZ R.: *El camino a seguir para el descubrimiento de los combustibles sólidos y líquidos en España*. «B. O. de Minas y Metalurgia», núm. 108, pág. 457. Madrid, 1926.
- GIMÉNEZ AGUILAR, J.: *El yacimiento petrolífero de Cuenca*. «Bol. R. S. E. de H. H.», tomo 28, pág. 39. Madrid, 1928.
- GONZÁLEZ LASALA, J.: *Areniscas bituminosas petrolíferas del Puerto del Escudo, en los confines de las provincias de Santander y Burgos*. «Bol. Com. del Mapa Geológico de España», t. III, pág. 237-291. Madrid, 1876.
- HERNÁNDEZ SAMBLAYO, P.: *Noticias sobre los petróleos de Garrucha (Almería)*. «Revista Minera», t. 82, 35. Madrid, 1931.
- — — *Investigaciones petrolíferas en España*. «Revista Minera», serie C., pág. 1. Madrid, 1935.
- — — *Aportación a la biblioteca del petróleo en España*. N. Y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 15. Madrid, 1946.
- HEITA, T.: *Pizarras bituminosas de la Sierra de Bodes (provincia de Oviedo)*. N. Y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 12. Madrid, 1944.
- I. N. I.: *Aportación del Instituto Nacional de Industria a las investigaciones de hidrocarburos*. «Revista IX 2», oct-nov, 1961.
- JORGE E. DE: *Registros de petróleos en Santander*. «B. O. de Mineralogía y Metalurgia», número 88, pág. 966. Madrid, 1924.
- MARÍN, A.: *El petróleo en España*. Discurso de inauguración del curso académico en la Real Academia de Ciencias de Madrid, noviembre 1947.
- — — *El petróleo en España*. Revista «Combustibles», núms. 41 y 42. Zaragoza, 1948.
- MAZARRASA, J. M.: *Estudio de las sustancias bituminosas de la provincia de Santander. El problema del petróleo en España*. «B. O. de Minería y Metalurgia», núm. 75, 1923.
- — — *Estudio de yacimientos petrolíferos y sustancias bituminosas*. «Catálogo Descriptivo de Criaderos Minerales de España», Consejo de Minería, t. 2, fasc. 20. Madrid, 1934.
- MER, N.: *Estudio de la zona petrolífera del Pirineo catalán en las provincias de Barcelona y Girona*. «B. O. de Minería y Metalurgia», núm. 49 y 50. Madrid, 1921.
- MONTESIXOS, L.: *Los combustibles líquidos nacionales*. «Bo. del Instituto Geológico y Minero de España», t. LI, pág. 323. Madrid, 1929.
- NOVO, P. DE: *La investigación del petróleo en la Península*. «Revista Minera», pág. 405. 1925.
- — — *Les gisements de pétrole en Espagne*. Congreso Geológico Internacional, C. R. de la XII ses., tercero, pág. 1349. Lejía, 1926.
- OSUNA, G.: *Informe del Instituto Geológico y Minero de España sobre las pizarras bituminosas de la provincia de Sobria*. «Boletín Oficial de Minas», núm. 8. 1918.
- RÍOS, J. M.: *Las investigaciones del petróleo en España*, N. Y C. DEL I. G. Y M. DE ESPAÑA, núm. 19. Madrid, 1949.

- RÍOS, J. M.: *Breve noticia del estado actual de las investigaciones del petróleo en España*. VII Congreso Nazionale del Merano e del Petrolio, Sezione I, Palermo, 1952.
- -- *Comentarios al artículo de H. D. Hedberg: Perspectivas petrolíferas mundiales desde un punto de vista geológico*, N. y C. DEL I. G. DE ESPAÑA, núm. 39, Madrid, 1955.
- -- *Marcha de las investigaciones de petróleo en España, 1952-55*. «Revista Combustibles», año XV, núms. 78 y 79, Zaragoza, 1955.
- -- *La búsqueda del petróleo en España*. «Minería y Metalurgia».
- -- *The Search for Oil in Spain*. «World Petroleum», Nueva York, octubre, 1956.
- -- *Recent petroleum activities in Spain*. «World Petroleum», pág. 53, Nueva York, marzo 1958.
- -- *Relación de los principales sondeos para investigación de petróleos llevados a cabo en España desde 1939*, N. y C. DEL I. G. y M. DE ESPAÑA, núm. 50, 1958.
- -- *Comentarios acerca de las consecuencias geológicas de los sondeos de investigación de petróleos*. «Min. y Met.», año XIX, núm. 214, Madrid, febrero 1959.
- -- *Algunas consideraciones acerca del enjuiciamiento del Valle del Ebro en sus posibilidades petrolíferas*, N. y C. DEL I. G. y M. DE ESPAÑA, núm. 53, Madrid, 1959.
- -- *Problemas que plantea la investigación de petróleos en España*. Revista «ARBOR», número 160, Madrid, abril 1959.
- -- *Algunas áreas específicas de las zonas sub-pirinéica y de la Cuenca del Ebro*, N. y C. DEL I. G. y M. DE ESPAÑA, Madrid, 1960 (en prensa).
- -- *Criterios cartográficos en prospección de petróleos*. *Curso de petróleo de la Escuela de Minas*, Madrid, 1960-61.
- -- *Posibilidades petrolíferas del subsuelo español en su relación con el origen del petróleo y sus condiciones de yacimiento*, ed. Alhambra, Madrid, 1960.
- -- *Relación de los principales sondeos para investigación de petróleos llevados a cabo desde 1939 hasta mayo 1960*, N. y C. DEL I. G. y M. DE ESPAÑA, núm. 59, III trimestre, año 1960, Madrid, pp. 133-166. Un cuadro y cinco láminas.
- -- *Relación de las principales actividades para la investigación de hidrocarburos llevadas a cabo durante 1960*, N. y C. DEL INST. GEOL. y MIN. DE ESP., núm. 65, Madrid, 1961.
- SANZ, R.: *El petróleo en España*. «Mem. del I. G. y M. de España», Madrid, 1948.
- -- *Datos para el conocimiento de los yacimientos primarios de petróleo en las regiones ibero-cantábricas*. «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», t. LXXIII, pág. 325, Madrid, 1949.
- SONDEOS (Comité Nacional de): *Catalogación provincial de los sondeos efectuados en España*, Madrid, 1929-32.
- VALLE DE LERSUNDI, A. DEL: *Investigaciones de petróleo en España*. «Revista Minera», tomo LXXV, Madrid, 1934.
- VARIOS AUTORES: *Núm. 38 de N. y C. DEL I. G. y M. DE ESPAÑA, dedicado a las investigaciones de petróleos*, Madrid, 1955.
- VIDAL, L. M.: *Yacimientos petrolíferos. Los afloramientos*. «Minería y Metalurgia», Madrid, 1923.

Recibido el 7 IV-1962.

SITUACION APROXIMADA DE LOS PRINCIPALES SONDEOS LLEVADOS A CABO EN ESPAÑA PARA INVESTIGACION DE HIDROCARBUROS DESDE 1939

(Para la situación exacta véase en el texto la relación de coordenadas)

NUM. DE ORDEN	SONDEO	PROVINCIA	COMPAÑIA Y NUMERO	EPOCA	RESULTADO	PROFUNDIDAD EN METROS
1	Tudanca	Burgos	CAMPSA, núm. 1	1941	Negativo	445
2	Zamanzas, 1	Burgos	CAMPSA, núm. 2	1942	Indicios (g, l)	602
3	Zamanzas, 2	Burgos	CAMPSA, núm. 3	1944	Indicios (g, l)	820
4	Zamanzas, 3	Burgos	CAMPSA, núm. 4	1945	Indicios (g, l)	860
5	Oliana	Lérida	ADARO, núm. 1	1947-48	Negativo	2.223
6	Chiclana, 1	Cádiz	ADARO, núm. 5	1947	Indicios (g, l)	247
7	Peña Ortún	Burgos	CAMPSA, núm. 5	1949-50	Indicios (g, l)	1.264
8	Burgo de Osma	Soria	CIEPSA, núm. 2	1949-50	Negativo	2.212
9	La Marina	Alicante	CIEPSA, núm. 3	1950-51	Negativo	1.610
10	Dobro	Burgos	CAMPSA, núm. 6	1951	Negativo	1.221
11	Rojales	Alicante	CIEPSA, núm. 4	1952	Negativo	1.582
12	Villanueva de Rampalay	Burgos	CAMPSA, núm. 7	1952-53	Indicios (g, l)	2.177
13	Boitafia	Huesca	CIEPSA, núm. 5	1952-54	Negativo	2.124
14	Baeza	Jaén	ADARO, núm. 1	1953	Indicios (g)	410
15	Marcilla	Navarra	VALDEBRO, núm. 1	1953	Negativo	3.415
16-18	Baeza-Bailén	Jaén	ADARO, núms. 2, 4	1953-54	Indicios (g)	161-640
19	Délica	Vizcaya	CAMPSA, núm. 8	1953-54	Negativo	558
20	Castilfrío	Soria	VALDEBRO, núm. 2	1954	Negativo	2.400
21	Zúñiga, 1	Navarra	CIEPSA, núm. 6	1955	(g)	3.102
22	Chiclana, 2	Cádiz	ADARO, núm. 7	1954-56	Indicios (?)	1.032
22'	Ecija	Sevilla	ADARO, núm. 5	1954-55	(g)	354
23	Apodaca, 1	Alava	CIEPSA, núm. 7	1955	Negativo	2.535
24	San Lorenzo	Cuenca	VALDEBRO, núm. 3	1955	Negativo	2.580
25	Iglesias	Burgos	VALDEBRO, núm. 4	1955-56	Negativo	2.180
26	Puigreig	Barcelona	VALDEBRO, núm. 5	1956	Negativo	3.192
27	Bornos	Cádiz	VALDEBRO, núm. 6	1956	Negativo	3.027
28	Leva, 1	Burgos	CAMPSA, núm. 9	1956	Indicios	1.512
29	Laño, 1	Burgos	CIEPSA, núm. 9	1956	Indicios (g, s, l)	3.501
29'	Villalba del Alcor	Huelva	ADARO, núm. 7	1956	Negativo	210
29''	Elvira, 1	Alava	C. PETR. IB., núm. 1	1956	Negativo	141
29'''	Elvira, 2	Alava	C. PETR. IB., núm. 2	1956	Indicios (g)	172
30	Matienzo	Santander	VALDEBRO, núm. 7	1956	Negativo	1.950
31	Alda, 1	Alava	CIEPSA, núm. 8	1956-50	Indicios (g)	5.029
32	Almarchal	Cádiz	VALDEBRO, núm. 8	1956-57	(g)	3.465
32'	Elvira, 3	Alava	C. PETR. IB., núm. 3	1956	Indicios (g)	272
32''	Elvira, 4 a	Alava	C. PETR. IB., núm. 4	1956	Indicios (g)	340
33	Treviño, 1	Burgos	CIEPSA, núm. 10	1957	Indicios (g)	2.595
33'	Elvira, 2 b	Alava	C. PETR. IB., núm. 5	1957	(g)	309
33''	Elvira, 4 b	Alava	C. PETR. IB., núm. 6	1957	Negativo	506
34	Medina Sidonia	Cádiz	ADARO, núm. 7	1957	Negativo	184
34'	Encarnación, 1	Burgos	C. PETR. IB., núm. 7	1957	Indicios (g, l)	439
35	Leva, 2	Burgos	CAMPSA, núm. 10	1957	Negativo	2.219
36	Asperillo	Huelva	VALDEBRO, núm. 9	1957	Negativo	3.307
37	Isla Mayor	Sevilla	VALDEBRO, núm. 10	1957	Negativo	2.373
37'	Carmona, 1	Sevilla	ADARO, núm. 8	1957-58	Estratigráfico	792
38	Moguer	Huelva	VALDEBRO, núm. 11	1957	Negativo	2.473
39	Almonte	Huelva	VALDEBRO, núm. 12	1957	Negativo	1.344
40	Treviño, 2	Burgos	CIEPSA, núm. 11	1957-58	(g)	2.000
41	Ojón	Cádiz	VALDEBRO, núm. 13	1957-58	Negativo	1.751
42	Laño, 2	Alava	CIEPSA, núm. 12	1958	Indicios (g)	2.195
43	Cerrogorido, 1	Cádiz	VALDEBRO, núm. 14	1958-59	Indicios (g, l)	3.558
44	Quintana Redonda	Soria	VALDEBRO, núm. 15	1958	Negativo	1.156
45	Treviño, 3	Burgos	CIEPSA, núm. 13	1958-59	Indicios (g)	3.134
46	Gormaz	Soria	VALDEBRO, núm. 16	1958	Negativo	2.200
47	Monegrillo	Zaragoza	VALDEBRO, núm. 17	1958	Negativo	1.446
48	Pamplona, 1	Navarra	VALDEBRO, núm. 18	1958-59	Indicios (g, l)	2.788
49	La Zaida	Zaragoza	VALDEBRO, núm. 19	1958	Negativo	1.700
50	Carmona, 2	Sevilla	ADARO, núm. 9	1958	Negativo	583
51	Retuerta	Burgos	VALDEBRO, núm. 20	1958-59	Indicios (l)	3.390
51'	Aloria, 1	Alava	C. PETR. IB., núm. 8	1958-59	Negativo	841
51''	Sopeñano, 1	Burgos	C. PETR. IB., núm. 9	1959	Negativo	510
52	Alloz	Navarra	CIEPSA, núm. 14	1959	Negativo	3.231
53	Castilleja de la Cuesta	Sevilla	ADARO, núm. 10	1959	Indicios (g)	937
54	Guernica	Vizcaya	CAMPSA, núm. 11	1959	Negativo	1.640
55	Pamplona, 2	Navarra	VALDEBRO, núm. 21	1959	Negativo	1.810
56	Cerrogorido, 2	Cádiz	VALDEBRO, núm. 22	1959	Negativo	3.377
56'	Elvira, 5	Alava	C. PETR. IB., núm. 10	1959	Negativo	648
57	Salteras, 1	Sevilla	ADARO, núm. 11	1959	Indicios (g)	665
57'	Sopeñano, 2	Burgos	C. PETR. IB., núm. 11	1959	Negativo	405
58	Carmona, 3	Sevilla	ADARO, núm. 12	1959	Negativo	908
59	Monesma	Huesca	VALDEBRO, núm. 23	1959-60	Negativo	4.750
59'	Laño, 1	Alava	C. PETR. IB., núm. 12	1959	Negativo	701
60	Urbasa	Alava	CIEPSA, núm. 15	1959-60	Indicios (g, l)	4.665
61	Carmona, 4	Sevilla	ADARO, núm. 13	1959	Negativo	1.232
61'	Sopeñano, 3	Burgos	C. PETR. IB., núm. 13	1959	Negativo	1.913
62	Pamplona, 3	Navarra	VALDEBRO, núm. 24	1959-60	(g, g)	4.364



ESCALA 1:3.000.000
PRINCIPALES SONDEOS REALIZADOS EN LA PENINSULA HASTA FINALES DE 1961

62'	Tabliega, 1	Burgos	C. PETR. IB., núm. 14	1959	Negativo	482	74	Zuazo, 1	Alava	CAMPSA, núm. 13	1961	(g, g, g)	3.345
63	Castillo, 1	Alava	CIEPSA, núm. 16	1959-61	(g, g, g)	4.349	75	San Pedro, 2	Burgos	VALDEBRO, núm. 30	1961	Negativo	1.737
64	Zufia	Navarra	CIEPSA, núm. 17	1960	Negativo	1.057	76	Castillo, 2	Alava	CIEPSA, núm. 19	1961	(g, g, g)	3.498
64'	Sopeñano, 4	Burgos	C. PETR. IB., núm. 15	1960	Indicios	1.850	77	San Pedro, 3	Burgos	VALDEBRO, núm. 31	1961	Negativo	826
65	Carmona, 5	Sevilla	ADARO, núm. 14	1960	(g, g)	845	78	Villanueva, 1	Cuenca	VALDEBRO, núm. 32	1961	Negativo	3.060
66	Bujaraloz	Zaragoza	VALDEBRO, núm. 25	1960	Indicios (g, l)	2.780	79	Gastian, 1	Navarra	CIEPSA, núm. 20	1961	(g, g)	3.438
67	Pamplona, 4	Navarra	VALDEBRO, núm. 26	1960-61	Indicios (g)	2.831	80	Aramayona, 1	Alava	ENPASA, núm. 1	1961*	↓	↓
68	Zaragoza, 1	Zaragoza	VALDEBRO, núm. 27	1960	Indicios (l)	2.463	81	Pamplona Sur, 1	Navarra	VALDEBRO, núm. 33	1961	Indicios (g, l)	↓
69	Villalta, 1	Burgos	CAMPSA, núm. 12	1960-61	Indicios (l)	1.775	82	Ballobar, 1	Huesca	ENPASA, núm. 1	1961	↓	↓
70	Cerro Gordo, 3	Cádiz	VALDEBRO, núm. 28	1960-61	Indicios (l)	2.831	83	Ucero	Soria	CAMPSA, núm. 14	1961	Negativo	1.046
71	Coppes, 1	Alava	CIEPSA, núm. 18	1960-61	Negativo	4.458	84	Basella, 1	Lérida	CIEPSA, núm. 21	1961	↓	↓
72	Gerona, 1	Gerona	SIPSA	1960-61	(g)	1.475	85	Antezana, 1	Alava	CIEPSA, núm. 22	1961	↓	↓
73	San Pedro, 1	Burgos	VALDEBRO, núm. 29	1961	Negativo	2.350	86	Juanetas, 1	Gerona	ENPASA, núm. 2	1961	↓	↓

MICHEL WATERLOT(*)

ETUDE GÉOLOGIQUE PRÉLIMINAIRE DU MICROGRANITE
DU PIC DE CERLER (PROVINCE DE HUESCA, ESPAGNE)
ET DES FILONS QUI EN DÉPENDENT

RÉSUMÉ

Los autores hacen un estudio geológico y petrográfico del pico de Cerler, de la provincia de Huesca. Esta roca la definen como un microgranito calco-alcálico, situado *in situ*, a una profundidad débil, concordante con los movimientos tectónicos hercynianos.

SOMMAIRE

Etude géologique et pétrographique du pic de Cerler (province de Huesca, Espagne), dont la roche est définie comme un microgranite calco-alcalin mis en place à très faible profondeur à la faveur de mouvements tectoniques hercyniens.

Le pic de Cerler (2.406 m.) particulièrement reconnaissable dans la topographie par sa forme pyramidale assez régulière, se dresse au SE du petit village de Cerler, près de Benasque (province de Huesca). Il se dresse au coeur d'un quadrilatère allongé du NNW au SSE, mesurant environ 2,5 Km. sur 1,5 Km. dessiné par des affluents de l'Esca (Barranco de Peñascaro au N et ses affluents l'Arroyo del Ampriu à l'E et au S et enfin le Barranco de Puimastre à l'W (fig. 1). Au S il est dominé par le pic de Gallinero (2.728 m.) et le pic de Cibolles (2.731 m.). La base du pic s'ennoye sous des formations glaciaires et des éboulis dont l'épaisseur est très importante (plus de 200 m. en certains endroits).

Dalloni (1910) est le premier géologue à en faire mention intéressante : il considère la roche comme un «microgranite à phénocristaux de quartz et d'orthose assez frais, mais dont la pâte est généralement riche en séricite secondaire ; cette pâte offre souvent, en outre, comme produits d'altération, la chlorite et la calcite».

Après lui Schmidt (1831) propose une coupe passant par le pic de Cerler : il reconnaît en outre, en dépit de leur faible importance, des filons d'un mi-

(*) Assistant au Laboratoire de Géologie et Géographie physique de la Faculté des Sciences de Lille.

crogranite voisin de celui du Pic de Cerler, sur les deux rives du rio Esera, à l'aplomb du village de Cerler. Dans un très beau travail d'ensemble sur la province de Huesca, Mastruc, Almela et Rios (1957) synthétisent, sur leur carte, les contours des auteurs précédents.

Le pic de Cerler (fig. 1) s'élève dans la terminaison SE de l'anticlinorium

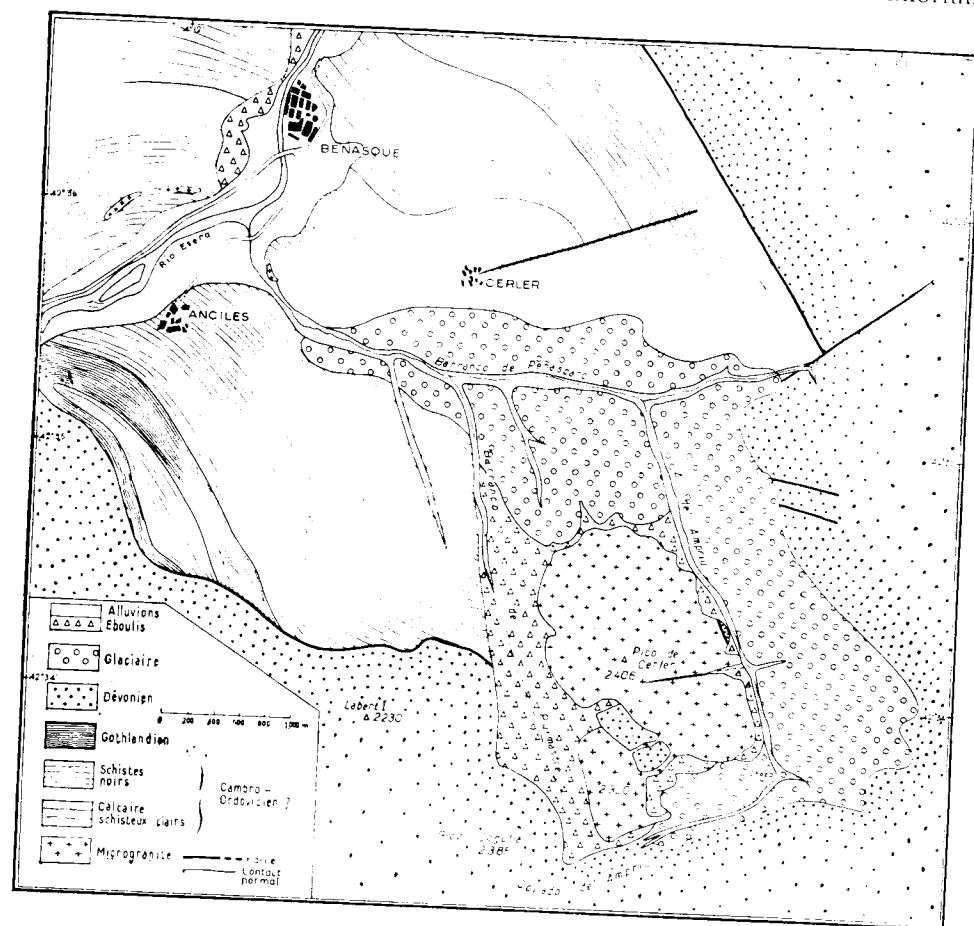


Fig. 1.—Carte géologique schématique du pic de Cerler et de ses environs.

couché de Benasque, au contact des formations anté-gothlandiennes et dévoniennes. Dans cette région, la majeure partie des schistes carbonés composant le Gothlandien est, en effet, éliminée par la tectonique et, dans la majorité des cas, les schistes dévoniens noirs sont directement en contact avec les terrains anté-gothlandiens, le plus souvent, eux-mêmes, à l'état de schistes noirs. Nous avons eu la bonne fortune de découvrir, en gravissant le pic de Cerler, à la faveur du petit col le séparant du pic 2.320, un niveau schisteux à nodules siliceux, que l'on peut rattacher, avec Dalloni, au Gédinnien.

Malheureusement, au contact de la roche éruptive qui les a sensiblement métamorphosés, il n'y a guère d'espoir de découvrir de fossiles dans ces schistes. La présence de ce témoin dévonien est extrêmement logique, comme on peut le constater sur la fig. 1, et permet de situer la limite théorique entre Dévonien et Anté-Gothlandien. Il peut être intéressant, à ce sujet, de noter que la masse la plus importante de la roche éruptive s'est mise en place précisément au niveau de cette cassure limitant Dévonien et Anté-Gothlandien. De là à penser que cette venue s'est effectuée lors des phénomènes tectoniques hercyniens déterminant, par le broyage du Gothlandien, une zone de moindre résistance, il n'y a qu'un pas. Le contact entre le microgranite et les terrains encaissants est, comme nous l'avons signalé plus haut, très difficilement visible à cause de l'abondance des éboulis et des formations glaciaires. Dans les deux seuls cas observables le contact s'effectuait, malheureusement, par faille entre le microgranite et les schistes noirs du Dévonien. Ce type de contact est particulièrement net sur le flanc NE du massif, dans la vallée de l'arroyo del Ampriu.

L'amas microgranitique est, en fait, composé de deux parties bien nettes, d'une part le pic de Cerler proprement dit et, d'autre part, le mont 2.320, situé au SW et nettement moins important. Ces deux parties ne sont séparées que par l'étroite bande de schistes à nodules que nous venons de citer et sont réunies, sensiblement en leur milieu, par deux minces filons de quelques mètres de puissance, filons déterminant, dans la topographie, deux ressauts bien nets,

Les autres filons que nous nous proposons d'étudier, en relation avec la grande masse microgranitique elle-même, forment, de part et d'autre du rio Esera, un arc de cercle à concavité tournée vers le S qui, partant du confluent du Barranco de Peñascaro et du rio Esera, longe le flanc droit de la vallée de l'Esera, vers Eriste (fig. 1).

Nous étudierons tout d'abord la pétrographie du pic de Cerler et de son satellite avant de passer à l'étude de ces derniers filons.

Un des caractères les plus frappants de ce pic est son allure pseudo-stratifiée, déjà signalée par Schmidt : il semble, de loin, que l'on ait affaire à une roche sédimentaire bien litée ou à une roche de coulée. Cette illusion, assez fréquente dans les roches de ce type, est due à une série de diaclases sub-horizontales et à une autre série de diaclases N 42° W à pendage NE 77°. Ce double système de diaclases est recoupé par une autre série de diaclases absolument verticales, les unes orientées N 42° E, les autres N 60° W. (1). Il est fort probable que cet ensemble complexe de diaclases, joint à un cli-

(1) De nombreuses mesures statistiques ont été effectuées mais ne seront pas exposées dans cette étude préliminaire.

mat montagnard très contrasté, détermine l'abondance inhabituelle des éboulis ceinturant le pic.

La roche, remarquablement dure et homogène, est très claire, d'un gris légèrement nuancé de verdâtre, le tout étant pailleté de cristaux verts de «chlorite». Elle ne semble jamais contenir d'enclaves.

Une analyse de la roche a donné les résultats suivants (Analyse: M. F. Pynnaert) (2).

	% en poids d'oxyde	Proportion moléculaire par 1.000	Paramètres de Niggli
SiO ₂	69,85	1.164	al = 45,8
Al ₂ O ₃	16,13	158	fm = 14,7
Fe ₂ O ₃	0,55	3,5	c = 13,2
FeO.....	2,34	32,5	alk = 26,7
MnO.....	0,02	0,3	si = 334
MgO.....	0,46	11,5	k = 0,41
CaO.....	2,59	46	mg = 0,22
Na ₂ O.....	3,35	54	
K ₂ O.....	3,70	39	
TiO ₂	0,17	2	
P ₂ O ₅	0,08	0,6	
P.F.....	1,57		

Il s'agit donc d'un microgranite calco-alkalin qui, par sa composition chimique, est intermédiaire entre les granodiorites et les rhyolites du massif de la Maladetta (Clin 1958) auquel il convient de le rattacher.

L'étude de lame mince de la roche fraîche (3) montre une pâte très nettement microgrenue formée essentiellement de quartz, de séricite et de chlorite en paillettes largement disséminées; dans cette pâte les feldspaths, souvent zonés, sont presque toujours saussuritisés.

Quatre catégories de phénocristaux sont à noter:

— *Les feldspaths* sont remplacés par des amas de zoisite qui ont gardé les formes extérieures du cristal, leur grande altération constitue un obstacle à leur étude précise. Notons que certains cristaux ainsi transformés contiennent des «enclaves» d'apatite.

(2) Cette analyse a été effectuée au Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques de Nancy et il m'est particulièrement agréable de remercier à ce sujet, M. le Doyen Roubaud, Correspondant de l'Institut, Directeur de l'École Nationale Supérieure de Géologie appliquée et de Prospection minière et du C. R. P. G. et M. H. de la Roche, Sous-Directeur du C. R. P. G.

(3) Je remercie M. A. Beugnies, Professeur à la Faculté de Mons (Belgique) dont les conseils m'ont été plus que précieux.

— *La biotite* fortement chloritisée, est presque toujours associée à la clinozoisite; elle forme, avec elle, une association symplectique se traduisant par une alternance assez régulière de lamelles de chlorite et de clinozoisite, ce qui témoigne d'une réaction bloquée, lors de la cristallisation épizonale à faible profondeur. Nous n'avons pas observé de muscovite.

— *Les grenats*, essentiellement développés sur le flanc N du pic, sont en général de petite taille mais peuvent atteindre 2 à 3 mm. L'altération nette en chlorite et la présence toujours vérifiée d'épidote le long des clivages les font classer parmi les espèces calciques et ferrifères. Notons de plus la présence de vésuvianite, associée, et le développement d'une forte aureole de réaction, composée de zoisite, d'épidote et de chlorite autour des phénocristaux de grenat.

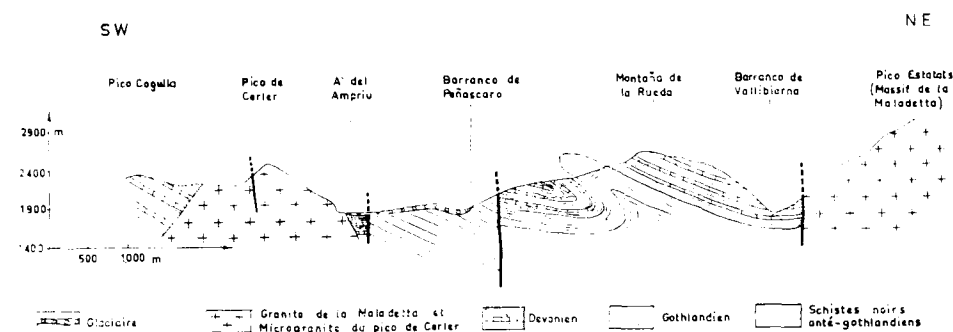
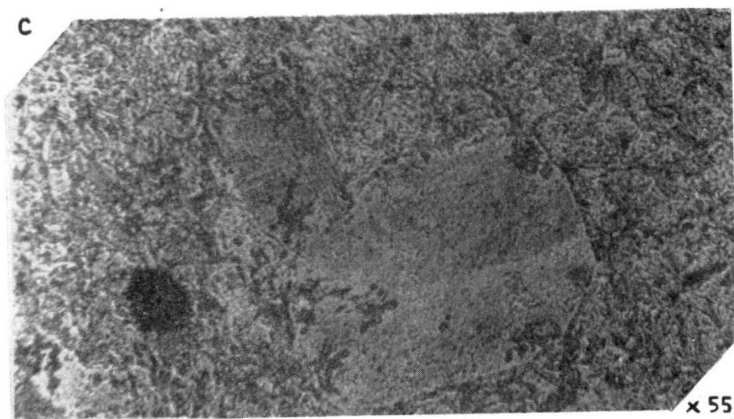
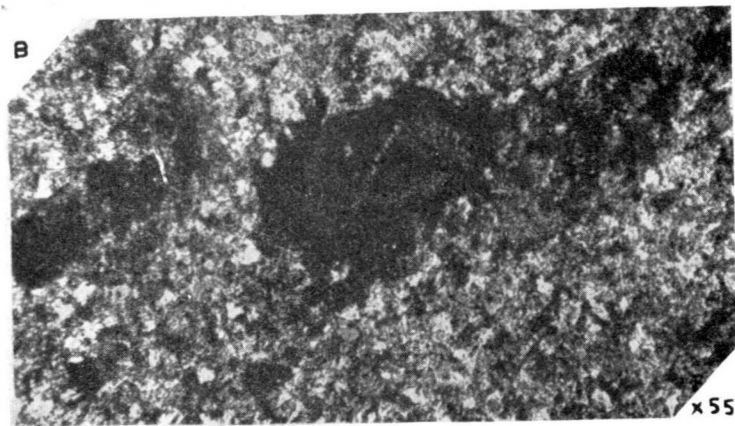
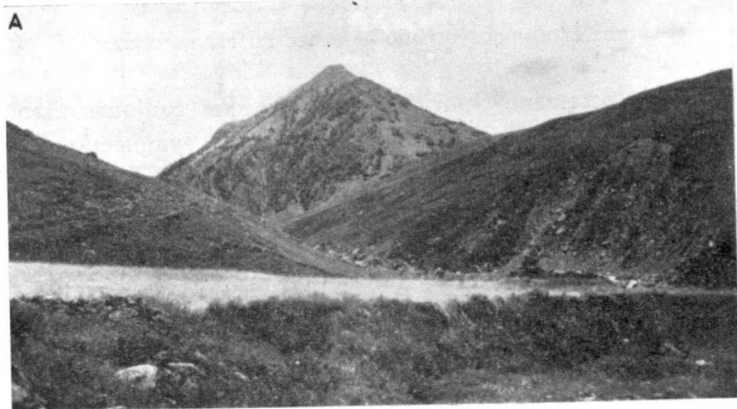


Fig. 2. Coupe géologique simplifiée situant le pic de Cerler par rapport à la Maladetta

— *L'allanite* est constamment présente dans les échantillons étudiés. Son pléochroïsme est net (Ng = brun-jaunâtre, Np = jaune-clair) l'angle $2V$ lu est de $+56^\circ$, il semble que l'on ait affaire à une allanite magnésifère. Les cristaux sont presque toujours mâclés selon la loi caractéristique de cette espèce et nombre d'entr'eux semblent avoir, pour origine, un petit cristal de zircon. Comme les grenats, ils sont entourés d'une auréole de réaction fort nette, de zoisite et d'épidote commune.

L'étude de la roche altérée montre, comme il fallait s'y attendre, une présence accrue de séricite et de chlorite. Il convient également de noter l'apparition de calcite qui, dans l'association symplectique chlorite - clinozoisite décrite à propos de phénocristaux de biotite, remplace la clinozoisite. La calcite peut développer en plages plus importantes et, par endroits, la roche fait effervescence. La présence, visible en lame mince, de nombreux flocons amorphes d'oxyde de fer se traduit, en masse, par une teinte légèrement rousse des parties altérées, sur une frange d'environ 2 cm. à partir de la surface de la roche. De toute manière cette altération n'enlève pratiquement rien à la grande cohérence du microgranite.

L'étude chimique et micrographique de la roche constituant le pic de



A.—Vue du pic de Cerler prise du confluent du barranco de Peñascaro et de l'arroyo del Ampriu. On note au premier plan le lit du barranco, au second plan les importantes formations glaciaires et, au fond, la pyramide microgranitique du pic de Cerler.

B.—Microgranite du pic de Cerler (flanc Est; L. P. x55). On remarque, au centre de la photo, une macle d'allanite, entourée de son auréole de réaction.

C.—Microgranite des filons (rive gauche de l'Esera, confluent avec le barranco de Peñascaro; L. P. x55). On notera, outre les feldspaths, la présence de pyrite et la disparition quasi totale des ferromagnésiens.

Cerler montre bien qu'il s'agit d'un microgranite calco-alkalin, caractérisé par une cristallisation épizonale soulignée, entre autres, par la structure des minéraux et par la grande instabilité des feldspaths. Une hydrothermolyse très sensible s'est également manifestée, traduite par des amas de séricite remplaçant les feldspaths et par la cristallisation radiaire, à partir d'une solution, de zoisite dans les «microcavités» de la roche.

Les roches filoniennes qui affleurent, par endroits, dans la vallée de l'Esera sont encore plus claires que celles décrites ci-dessus. On peut se rendre compte, en lame mince, que cette différence de coloration est le résultat de la disparition pratiquement totale des ferromagnésiens (le fer est exprimé par la pyrite). La pâte, quartzo-sériciteuse, est essentiellement formée de cristaux de quartz parsemés d'une multitude de paillettes de séricite. Nous n'avons pas pu déceler de micropertélite de dévitrification.

Les phénocristaux sont, ici, essentiellement feldspathiques; les orthoclasses, souvent mâclés Carlsbad, sont caractérisés par un angle $2V = -72^\circ$. Il s'agit donc d'orthose et non de sanidine. Ceux des plagioclases qui n'ont pas subi la saussuritisation se révèlent être de l'andésine (An 32).

La mise en place du microgranite, liée sans aucun doute, comme celle du massif de la Maladetta à l'orogénèse hercynienne (phases sardète et asturienne) s'est faite, nous l'avons vu, dans un anticlinorium couché à terminaison localement tectonisée. Ce mode classique d'établissement est à rapprocher, de même que la pétrographie du pic de Cerler, des résultats de l'étude faite récemment par J. P. Carron (1960) du massif de Folat-Devèze (Hérault) et de ses satellites filoniens.

Le pointenient microgranitique de Cerler et son cortège filonien apparaissent ainsi comme des «diverticules» du grand massif de la Maladetta; nous avons vu que leur composition chimique surtout, intermédiaire entre celle des granodiorites et de la rhyolite de la Maladetta, est éminemment comparable à celle du microgranite du Néthou (Clin 1958).

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- ALASTRUÉ E., ALMELA A., RÍOS J. M. (1957): Explicación al Mapa geológico de la provincia de Huesca. Escala 1/200.000. *Inst. Geol. y Minero de España*, Madrid.
- CARRON J. P. (1960): Le massif du Folat-Devèze (Hérault) et ses satellites filoniens. *B. S. G. F.*, (7), II, p. 183-189.
- CLIN M. (1958): Etude Géologique de la Haute-Chaine des Pyrénées Centrales entre le Cirque de Troumouse et le Cirque du Lys. Thèse, Nancy, 324 p., carte géol. couleurs.
- DALLONI M. (1910): Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon. *Ann. Fac. Sciences Marseille*, t. XIX, p. 1-436.
- SCHMIDT H. (1931): Das Palaeozoikum der spanischen Pyrenäen. *Abhand. der Gessellsch. der Wissensch. zu Göttingen, Math. Physik. Klasse*. III Folge, Heft 5, 2 tabl., 21 fig.
- WATERLOT M. (1961): Contribution à l'étude de la série stratigraphique gothlandienne et anté-gothlandienne de la vallée du rio Esera (Province de Huesca, Espagne). *Ann. Soc. Geol. Nord*, t. LXXXI, p. 73-79.

Recibido el 13-III-1962.

EMMANUEL BOUYX (*)

LA EDAD DE LOS ESQUISTOS DE LA ALCUDIA

R É S U M É

Les grandes lignes de l'histoire géologique de ce secteur de la Sierra Morena seraient les suivantes: Le schistes de l'Alcudia représentent les restes d'un pays précambrien extrêmement plissé sur lequel la transgression paléozoïque s'est effectuée en deux temps. 1) *Au Cambrien*, la transgression a été très locale, puisque cet étage a une extension assez réduite. 2) *À l'Ordovicien*, la mer déborde le domaine qu'elle occupait précédemment pour recouvrir l'ensemble du pays.

El Valle de la Alcudia es una gran depresión EW., situada en la Sierra Morena oriental (S. de la Meseta Ibérica), en el que corre el río Tablillas. Está limitado al Norte y Sur por las alineaciones de sierras formadas en las cuarcitas con *Cruziana* de edad ordoviciana inferior.

Según los datos explicativos del Mapa Geológico (1), los esquistos en los que está encajonado el valle, comprenden dos formaciones distintas:

— La parte norte es de edad cambriana (las cuarcitas con *Cruziana* reposan encima).

— La parte sur es de edad ordoviciana medio, correspondiente con la formación de los esquistos con *Calymene*.

Una línea de fallas, situada aproximadamente al N. del río Tablillas, aparenta separar estos dos conjuntos. Se trata en realidad de una serie monótona, muy fuertemente plegada, constituida por alternancia de esquistos más o menos areniscosos y de areniscas arcóscicas, en las que no se aprecian las diferencias de facies que deja suponer esta interpretación.

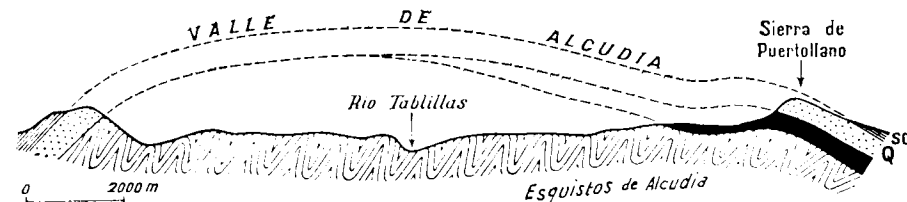
He puesto en duda la edad cambriana de la parte norte de los esquistos de la Alcudia, mostrando que las cuarcitas ordovicianas de la Sierra de Puer-

(*) Traducción de la «Soc. Geol. de France C. F.», 1961, núm. 3, de 6 de marzo de 1961, páginas 64-65, por María de la Concepción López de Azcona Fraile, Doctora en Ciencias Geológicas.

(1) *Memoria explicativa del Mapa Geológico de España*, Hoja número 836, página 46, 1929.

tollano reposan en discordancia sobre estos esquistos (2). Otras observaciones permiten una nueva interpretación:

La discordancia existe igualmente en el límite sur del valle, bajo las cuarcitas, cuyo buzamiento es sur, es decir, opuesto al que se observa en la Sierra de Puertollano. La parte sur de los esquistos de la Alcudia no puede, por tanto, tener una edad ordoviciense superior. Como por otra parte no existe ninguna traza de contacto anormal en el centro del valle, es evidente que el conjunto de los esquistos de la Alcudia constituye una misma formación, de edad ante-ordoviciense, recubierta en discordancia por un anticlinal de cuarcitas con *Cruziana*, donde la erosión ha hecho desaparecer la bóveda.



Esquema mostrando los aportes entre los esquistos de la Alcudia precambrianos y los terrenos paleozoicos transgresivos

(Corte N.-S., el Sur está a la izquierda).

Cambriano: en negro; Ordoviciense inferior (cuarcitas con *Cruziana*: Q) y medio (esquistos con *Calymene*: sc).

La fase ibérica supuesta entre el Cambriano y el Ordoviciense no figura aquí

Un estudio detallado del extremo norte de las formaciones de la Alcudia, entre Hinojosas y Cabezarrubias, permitirá datar con más precisión estos terrenos ante-ordovicienses.

Entre los dos pueblos, los esquistos de la Alcudia están sustituidos en el afloramiento por una formación diferente que designaré provisionalmente con el nombre de *serie de Hinojosas*. En los datos explicativos está interpretada como un anticlinal de esquistos y de areniscas cambrianas con gran buzamiento, con un nódulo de caliza con *Archaeocyathus* (3).

En efecto, esta serie no está más que muy ligeramente ondulada, lo que la opone a los esquistos de la Alcudia, siempre fuertemente plegados. El contacto entre las dos formaciones es a veces visible.

A 250 metros de la carretera de Hinojosas, a la derecha de la Senda de

(2) Bouyx, E.: *Observations géologiques dans la Sierra de Puertollano*. «C. R. somm. S. G. F.», pág. 1954, 1959.

(3) Se trata muy probablemente de un lentejón de esquistos calizos intercalados en los esquistos. El afloramiento es muy reducido para permitir una estratigrafía detallada.

la Calera, se observa una discordancia entre los esquistos de la Alcudia y una pudinga coronada por areniscas y después por esquistos de color claro. A la discordancia angular de los buzamientos, bastante difícil de ver, pues los esquistos se tumban un poco al lado o bien la pudinga los sobremonta, se añade una diferencia de 15 a 20 grados en la dirección de los bancos. La discordancia vuelve a aparecer en la carretera de Hinojosas a Cabezarrubias, un poco después del kilómetro tres; pero en este lugar, la pudinga no es muy clara: se trata más bien de bancos areniscosos con granos de cuarzo bastante gruesos (1 mm. a 1 cm.). Esta facies de arenisca muy grosera, se vuelve a encontrar en diferentes niveles de la serie.

Si se exceptúan estos puntos escasos, donde los aportes estratigráficos de dos series son visibles, el contacto se hace la mayoría de las veces por fallas, pues la serie de Hinojosas ha sido fragmentada en paquetes más o menos hundidos en los esquistos de la Alcudia.

De todas maneras, las posiciones respectivas de los tres conjuntos permiten establecer el esquema siguiente:

<i>Cuarcita con Cruziana.</i>	<i>Ordoviciense inferior.</i>
<i>Serie de Hinojosas.</i>	<i>Cambriano</i> (muy probable, a pesar de la ausencia de pruebas paleontológicas).

(Discordancia)

<i>Esquistos de la Alcudia.</i>	<i>Precambriano.</i>
---------------------------------	----------------------

Se admite, generalmente, que existe una discordancia en una gran parte de la Meseta Ibérica, entre el Cambriano y el Ordoviciense (*fase ibérica* de F. Lotze) (4).

La fisonomía «ondulada» de la serie de Hinojosas contrasta con la superficie plana de las cuarcitas ordovicienses que la sobremontan. Desgraciadamente, el débil valor de las medidas de los buzamientos en los dos conjuntos, la abundancia de los escombros de pendiente y de las fallas que cortan las cuarcitas, hacen imposible la observación de la discordancia, si existe en esta región.

En resumen, las grandes líneas de la historia geológica de este sector de la Sierra Morena, serán las siguientes:

Los esquistos de la Alcudia representan los restos de un país precambriano extremadamente plegado, en el cual la transgresión paleozoica se ha efectuado en dos tiempos:

(4) Lotze, F.: *Ueber sardische Bewegungen in Spanien und ihre Beziehung zur assynthetischen Faltung*. «Goetekt, Symp. zu Ehren von H. Stille», págs. 128-230, Stuttgart, 1956.

1) *En el Cambriano*, la transgresión ha sido muy local, puesto que este piso tiene una extensión bastante reducida. (Es sin embargo posible que en la base de la cuesta de las cuarcitas ordovicienses que limitan el valle en el Norte, existan otros afloramientos muy discontinuos de un Cambriano análogo a la serie de Hinojosas).

Después, una emersión seguida de un ligero plegamiento es posible, pero no está demostrado.

2) *En el Ordoviciense*, el mar desbordó el dominio que ocupó precedentemente para recubrir el conjunto del país: la transgresión se hizo general. La historia marina de la cadena se continúa en el Gotlandés y en el Devoniano, cuyos depósitos afloran ampliamente en la región de Almadén.

3) *Aparte de la fase hercimiana*, la cubierta paleozoica se pliega formando la sucesión de sinclinales y anticlinales relativamente sencillos, que dan a la cadena su aspecto característico.

Estudios posteriores permitirán sin duda extender este esquema al conjunto de la Sierra, y atribuir al Precambriano numerosos afloramientos que figuran actualmente en el Cambriano en los mapas geológicos.

Recibido. 2-IV-1962.

NICHOLAS M. SHORT (1)

APLICACIONES DE LA GEOLOGIA A LAS EXPLOSIONES NUCLEARES SUBTERRANEAS (*)

RESUMEN

En esta nota se introduce al lector en el amplio alcance y variedad de objetivos de aquellos programas de explosiones nucleares subterráneas, a los que la Geología está prestando su colaboración. El papel desempeñado por los geólogos ha sido de la mayor importancia; su habilidad, ingenio y perseverancia han logrado obtener éxitos, muy interesantes, de la aplicación de la Geología a problemas poco frecuentes y de bastante dificultad. En estos programas, los geólogos han tenido abundantes oportunidades para aumentar su competencia técnica y extender sus conocimientos a otros campos de la ciencia. Al mismo tiempo, y como consecuencia directa de su participación en los diversos programas nucleares, las geociencias vienen recibiendo sustanciales beneficios bajo la forma de nuevos datos, nuevas técnicas y financiación de investigaciones en materias que se relacionan geológicamente. El futuro se presenta prometedor; se abrirán nuevas perspectivas a la Geología, a medida que se vayan desarrollando los programas Plowshare, Vela-Uniform, y otros semejantes. A este fin, todos los geólogos, interesados en tales programas, deben preocuparse de presentar las sugerencias que estimen oportunas para extender las aplicaciones de la Geología a la cuestión, cada vez más amplia, de las explosiones subterráneas.

SUMMARY

It is hoped that this resumé will introduce the reader to the broad scope and varied objectives of those programs for underground nuclear explosions to which geology is contributing. The role played by geologists has been an important one. Their skill, ingenuity, and perseverance have already brought about significant achievements from applications of geology to many unusual and challenging problems. The opportunities for geologists associated with these programs to develop new technical com-

(*) Trabajo realizado bajo los auspicios de la U. S. Atomic Energy Commission.

Traducción directa, por Vicente Pastor Gómez, del artículo original *Applications of Geology to Underground Nuclear Explosions*, «GeoTimes», Octubre, 1961, vol. VI, núm. 3. Se publica con autorización del autor y del American Geological Institute.

(1) NICHOLAS M.: SHORT, *Geólogo, University of California Lawrence Radiation Laboratory, Livermore, California.*

petence and to draw upon their training in other fields of science have been particularly abundant. At the same time, as a direct consequence of participation in the various nuclear programs, the geosciences are receiving substantial benefits in the forms of new data, new techniques, and support for investigations of geologically related topics. The future holds further promise for the extension of geology to new vistas as the Plowshare, Vela-Uniform, and other programs expand. To this end, every geologist interested in these programs is encouraged to come forth with suggestions for still other applications of geology to the growing subject of underground nuclear explosions.

En 1957 comenzó, en el Campo de Pruebas de Nevada, un nuevo capítulo para la geología nuclear. El 19 de septiembre, y como parte de la Operación Plumbbob, se hizo explotar un dispositivo nuclear de 1,7 kilotonnes², a una profundidad de 275 metros, en una formación tobácea de superficie horizontal. Esto constituyó el acontecimiento Rainier o primera verificación del concepto, desarrollado por Griggs y Teller (1956), de explosión nuclear totalmente confinada en un medio ambiente subterráneo³. Durante los catorce meses siguientes, hasta el final de la moratoria impuesta a todas las pruebas nucleares, se provocaron, en el mismo lugar y mismo terreno, otros cinco disparos nucleares subsuperficiales adicionales, de potencias que variaron entre 30 toneladas y 19 Kt.

El objeto principal de la explosión Rainier era determinar la posibilidad de probar los dispositivos nucleares en un medio ambiente subterráneo; en 1958 se dedicó una segunda serie de explosiones al programa de desarrollo de armamentos bélicos. Así pues, estas primeras explosiones subsuperficiales no pretendían, en principio, mejorar nuestros conocimientos sobre la reacción característica del medio ambiente, ni sobre la forma de generación de señales sísmicas lejanas. Por estas razones, y también debido al plazo de la moratoria de 1958, se limitaron la cartografía geológica previa y las investigaciones de propiedades físicas preliminares.

* * *

Pronto se hizo obvio que la comprensión de los fenómenos consecuentes a tales grandes explosiones requiere un conocimiento completo y detallado de la geometría y condiciones físicas de cada medio natural. Según ha demostrado la experiencia, estos medios rara vez son homogéneos, isotrópicos y aptos para pruebas simples. Por otra parte, algunos científicos de ideas

(2) Un kilotón (kt) equivale a 1.000 toneladas de explosivos de alta potencia (H. E.).

(3) En 1951 y 1955 se realizaron dos explosiones subterráneas someras, en aluviones, proyectadas especialmente para producción de cráteres.

avanzadas ya habían previsto, anticipándose en varios años a la explosión Rainier, que los explosivos nucleares constituirían armas poderosas para movimiento de tierras, fracturación de rocas, iniciación de reacciones químicas, calentamiento de materiales y destilación de fluidos; así nació el programa Plowshare para aplicaciones pacíficas de los explosivos nucleares (Brown y Johnson, 1958). Más recientemente, otros científicos han reconocido que la comprensión de las señales sísmicas, generadas por medio de grandes explosiones subterráneas —de importancia tanto para la sismología como para los problemas de detección de pruebas nucleares subterráneas—, requiere un conocimiento más detallado del medio ambiente inmediato a la explosión. Para quienes dirigen estos variados programas de explosiones nucleares subterráneas, sólo parecía lógico reunir a expertos en cuestiones terrestres, geólogos, geoquímicos, geofísicos e ingenieros de minas, y éstos fueron los técnicos a quienes se pidió que colaboraran con los físicos, ingenieros, químicos y proyectistas militares en un esfuerzo conjunto para alcanzar un mejor conocimiento de la naturaleza y efectos de tales explosiones (4).

Incluso ya antes de la Rainier, al U. S. Geological Survey se le había asignado la tarea de seleccionar y señalar lugares, geológicamente adecuados, para algunos de los disparos subterráneos. En 1957 se iniciaron la cartografía superficial detallada de la meseta de Rainier, la cartografía geológica, a gran escala, de los socavones abiertos en dicha meseta, las medidas de las propiedades litológicas y la obtención de secciones estratigráficas; trabajos que se fueron ampliando, en los siguientes años, a medida que se iban designando los lugares en que tendrían lugar las explosiones (Eckel, 1957). Desde aquellos primeros días, la labor geológica en cada Campo de Pruebas se ha intensificado de tal forma que, cuatro años más tarde, se ha logrado acumular gran cantidad de datos y observaciones pertinentes a varios campos de la Geología; de esta forma, el bagaje de conocimientos relacionados con las ciencias terrestres se ha enriquecido considerablemente como resultado directo de los programas, de muchos millones de dólares, de la U. S. Atomic Energy Commission, que cubren todo el vasto plan de explosiones subterráneas. Este artículo intenta sintetizar lo que se lleva logrado, investigar los esfuerzos dedicados y pasar revista a los planes futuros de algunos de estos programas de explosiones nucleares subterráneas, en tanto en cuanto conciernen a las ciencias geológicas.

En el momento actual, más de 30 geólogos trabajan, con dedicación com-

(4) Consúltense Eckel (1960), si se desea examinar un resumen completo y una bibliografía general de 1959 sobre el papel de la Geología en las explosiones nucleares y cuestiones anexas.

pleta, en los diversos proyectos de que constan los programas Plowshare y Vela-Uniform (de perfeccionamiento sísmico). Como en los años anteriores, la Special Projects Branch del U. S. G. S. de Denver presta el asesoramiento geológico principal. Miembros de la Alaska Branch del U. S. G. S. de Menlo Park, Calif., participan en un proyecto de excavación del plan Plowshare, en Chariot. Otros organismos gubernamentales que proporcionan, temporalmente, personal geológico de asesoramiento, son el U. S. Bureau of Mines, el U. S. Army Corps of Engineers y el U. S. Coast & Geodetic Survey. Otros geólogos, pertenecientes a varias organizaciones no comerciales, tales como la Sandia Corporation y el Stanford Research Institute, prestan su colaboración a determinados programas. Además, varios asesores geológicos orientan y llevan a cabo investigaciones para los programas mencionados y un buen número de Universidades realizan contratos de investigación relacionados con las disciplinas geológicas.

A partir de 1958 se constituyó un departamento de geología, en el Lawrence Radiation Laboratory (LRL) para prestar asistencia de campo, realizar estudios de investigación y mantener la conexión con las restantes organizaciones cooperadoras. Normalmente, hay cuatro geólogos y dos geofísicos en Livermore y cuatro geólogos en el Campo de Pruebas de Nevada.

La mayor parte de las interpretaciones de los efectos producidos por las explosiones nucleares subterráneas han sido realizadas por físicos y químicos. Mucho se ha aprendido sobre los fenómenos característicos de las explosiones mediante análisis químicos posteriores a ellas, medidas de radiactividad y temperatura, e interpretación de las medidas instrumentales de presiones y velocidades de choque, movimientos corpusculares y desplazamientos permanentes. Todos ellos proporcionan datos que, introducidos en códigos computadores basados en modelos físicos, integran la completa secuencia de complejas interacciones, que tienen lugar en una explosión, y predicen la variación de las dimensiones físicas y de las condiciones del medio ambiente. Johnson, Higgins y Violet (1959) y la primera parte de «Proceedings of the Second Plowshare Symposium» (1959), nos proporcionan descripciones de la explosión Rainier y de otros ensayos nucleares subterráneos, incluida una exposición de datos esenciales y de conceptos básicos.

No obstante, la mayor parte de las características y resultados de una explosión subterránea, en lo que respecta a su efecto sobre el medio ambiente, se comprenden mucho mejor mediante la observación visual. Por eso, las perforaciones y excavaciones posteriores forman parte intrínseca de cualquier estudio completo de los fenómenos producidos por las grandes explosiones. La cartografía de las unidades litológicas trastornadas, así como las medidas de sondeo y de laboratorio de las variaciones de las propiedades de las rocas, han corrido siempre de cuenta de los geólogos. Según opinión de los físicos, las contribuciones más importantes de los geólogos al progra-

ma global de explosiones subterráneas han sido la de proporcionar un cuadro más real de la verdadera complejidad del medio ambiente, que rodea el lugar de la explosión, y la de perfeccionar nuestro conocimiento del cuadro general de deformaciones y reacciones del medio.

Las investigaciones geológicas de campo comenzaron, varios años atrás, en las excavaciones posteriores de Rainier y se prosiguen, en la actualidad, según un programa escalonado que se extiende también a las áreas de Neptune, Logan y Blanca. Se presta particular atención a la formación de cavidades y a las estructuras de hundimiento en función de la variación de potencia nuclear y de espesor de recubrimiento. Mediante la combinación de la cartografía detallada de campo y los estudios de laboratorio de las rocas fundidas y alteradas se está consiguiendo un mejor conocimiento de la dinámica de la formación y aumento de las cavidades y del hundimiento subsiguiente. Las variaciones de temperatura y presión, en función del tiempo, en la cavi-

TABLA I

Proyectos actuales y futuros en el programa Plowshare

MOVIMIENTO DE TIERRAS.	AGUA FREÁTICA.
Canales y Puertos.	Explotación de las reservas subterráneas.
Presas o diques.	Cuencas superficiales.
Desmante del terreno de recubrimiento.	Apertura de acuíferos para recarga del agua superficial.
	Disposición de salmueras y de escombros.
MINERÍA.	Purificación de salmueras.
Hundimiento de bloques.	
Quebrantamiento de roca.	PRODUCCIÓN DE ISÓTOPOS.
Elixiviación <i>in situ</i> .	
Destilación de hidrocarburos.	EXPERIMENTOS FÍSICOS NUCLEARES.
	PRODUCCIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS A PARTIR DE LOS COMPONENTES NATURALES DE LA ROCA (<i>in situ</i>).
ENERGÍA.	
Calor de las explosiones nucleares.	
Calor natural de los volcanes.	

dad y roca encajante, para cada explosión, pueden determinarse mediante la medición de las correspondientes transiciones de temperatura-presión en determinados materiales sometidos a las intensas convulsiones internas producidas por las detonaciones nucleares.

Uno de los primeros estudios, de Rainier concretamente, desde el punto de vista geológico, fue el de Thompson y Misz (1959). Además, el U. S. G. S. ha dado a conocer varios informes sobre las investigaciones geológicas de la explosión de Rainier (Gibbons, 1958; Wilmarth, 1959; U. S. G. S., Prof. Paper 400-B; T. E. I. Report 355). En la figura 1 aparecen resumidas las interpretaciones geológicas de los cambios estructurales provocados por la explosión; la figura es una sección transversal esquemática basada en diagramas de los informes publicados. Los resultados de una reciente investiga-

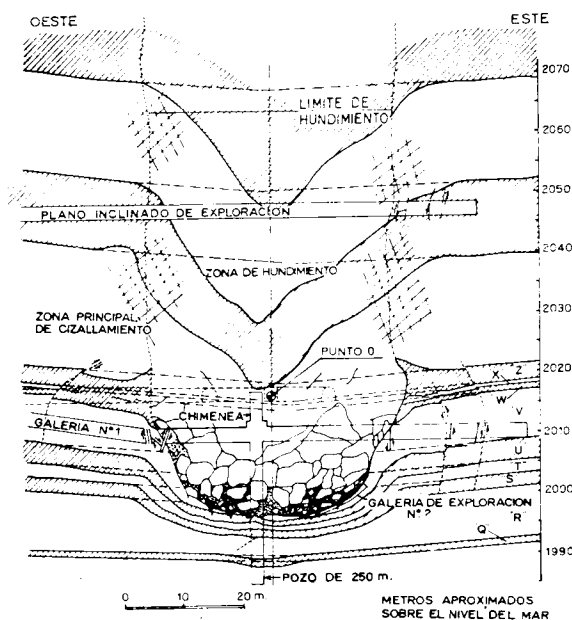


Fig. 1.—Sección transversal de la meseta de Rainier. Interpretaciones revisadas basadas en investigaciones geológicas adicionales.

ción de la deformación en y bajo la zona inferior de cavidad de Rainier, en la que se ha prestado particular atención a la naturaleza y distribución del vidrio producido por la fusión de la toba, serán presentados próximamente en una serie de informes del Lawrence Radiation Laboratory (Wadman y Richards, 1961; et al.).

Estos diversos estudios geológicos posteriores, realizados en Rainier, han confirmado la mayor parte de las primitivas interpretaciones y han añadido detalles muy significativos sobre el mecanismo de reacción del medio y la secuencia de fenómenos durante la explosión. Por ejemplo, ahora conocemos mejor el tipo de colapso y la complejidad de la deformación dentro de los primeros cientos de metros que rodean a la cavidad. En las proximidades

de la cavidad, la toba presenta muestras de comportamiento plástico bajo las cargas de choque impuestas por la explosión; fuera de esta zona también se ha observado algo de deformación plástica. Localmente, donde los reajustes plásticos estaban impedidos, se han desarrollado claramente fallas inversas, hundimiento de bloques, fracturas de tracción. Más hacia el exterior, la roca muestra señales de aplastamiento y microfracturación, reducción de resistencia y anomalías de densidad y porosidad. No se han observado aún indicaciones seguras de consolidación ni parece que se hayan producido grandes fracturas (especialmente de tipo radial a partir de la cavidad).

La interpretación geológica parece indicar que, durante el hundimiento de la cúpula de la cavidad, la zona más inferior cayó en forma de bloques (que se hundieron y mezclaron con la masa fundida, constituyendo así una «megabrecha» de cemento vítreo), mientras que la zona superior se hundió en masa, formando una depresión estructural en la que la toba fluyó, en algunos sitios, a semejanza de arena suelta, o se acomodó, localmente, a lo largo de las superficies de cizallamiento y de las fallas menores de tracción. Algunos de los bloques desplazados, cuyo diámetro varía desde poco más de un decímetro hasta varios metros, corresponden a capas o zonas de las que ahora distan más de quince metros.

Otra contribución de los estudios geológicos ha sido la reconstrucción detallada, mediante examen directo, del proceso seguido por la masa vítrea lenticular en la mitad inferior de la cavidad (véase la foto de la portada). Este vidrio, que en el momento inicial era un fundido viscoso producido por la explosión, muestra signos de fusión diferencial a varias temperaturas (de choque), mezcla de rocas fundidas procedentes de diferentes capas, erosión y abrasión de las paredes de la cavidad por el fundido en movimiento, inyección del fundido en las fracturas abiertas, y el ascenso de la masa fundida en las oquedades al hundirse, en ella, los bloques sueltos.

En los estudios geológicos se basan algunas de las conclusiones generales sobre explosiones nucleares subterráneas en un medio cualquiera comparable con la toba, como son: 1) Una explosión bien proyectada puede quedar perfectamente confinada; 2) casi toda la radiactividad queda, prácticamente, limitada a la cavidad por incorporación, en su mayor parte, a un vidrio silicatado de baja solubilidad; 3) cualquier fractura iniciada a cierta distancia de la cavidad permanecerá, probablemente, desconectada de ella a causa del efecto «amortiguador» de la zona plástica; 4) la porosidad (y generalmente también la permeabilidad), muestra un aumento global dentro de la chimenea de hundimiento; y 5) la distribución y movimiento de calor, radiactividad y fluidos vienen influenciados por el carácter físico y geométrico de la zona de hundimiento.

El resto de este artículo versará sobre varias aplicaciones concretas de la geología a determinados proyectos, y en especial sobre aquellos aspectos

de ellos en los que el personal del Lawrence Radiation Laboratory ha intervenido de forma activa. En el momento actual, el programa Plowshare supone una gran oportunidad a la contribución de los geólogos. El alcance de dicho programa está resumido en la Tabla I. La Tabla II muestra un resumen general de las aplicaciones de la geología a las explosiones nucleares subterráneas. La mayor parte de los enunciados que aparecen en dicha tabla son de interés inmediato dentro del programa Plowshare; otros están relacionados, más bien, con los problemas de la detección de pruebas nucleares subterráneas. Debemos hacer la advertencia de que algunos de los proyectos, en curso de ejecución o no, que se describen en este artículo, podrían ser modificados o cancelados, puesto que los programas de la A. E. C. suelen modificarse de acuerdo con la evolución de los planes de los Estados Unidos o con los progresos técnicos. A continuación desarrollamos los distintos apartados de la Tabla II en el mismo orden que aparecen en ella.

1. CARTOGRAFÍA REGIONAL

Los estudios geológicos regionales son realizados por el U. S. G. S. Con anterioridad a cualquier experimento subterráneo se preparan mapas detallados de superficie y, a ser posible, subsuperficiales también. Así, en el momento actual, y con vistas a este programa, se dispone ya de una serie de mapas topográficos y geológicos del Campo de Pruebas de Nevada (5), de las proximidades de Carlsbad y de Nuevo Méjico y de mapas regionales y locales de un área, hasta ahora no cartografiada, del NO. de Alaska.

2. GEOLOGÍA Y PROPIEDADES DE DIFERENTES MEDIOS

a) Pocas formaciones habrán sido estudiadas, en el mundo, tan detalladamente como el Terciario de Oak Spring en la meseta de Rainier del Campo de Pruebas de Nevada. Warner y Violet (1959), resumen la mayor parte de los datos correspondientes a las propiedades de esta formación. Consiste en una serie de sedimentos tobáceos, finamente estratificados y desmenuzables, con varias capas de toba interestratificadas. En la meseta, la secuencia, de una potencia total aproximada a unos 570 metros, se ha subdividido

(5) El U. S. G. S. ha publicado una guía general sobre la geología del Campo de Pruebas. (Johnson and Hibbard, 1957). A principios de 1962 se publicarán varios mapas (Tippapah Springs NO., NE. y SO.)

en ocho unidades principales. Para fines de 1961 se habrán sondeado en ella más de 1.500 metros, en un área de poco más de 10 kilómetros cuadrados. Se han recogido, aproximadamente, 600 metros de testigos. En este área tan reducida existen ya más de nueve kilómetros de socavones, pozos y galerías, cuyos frentes y hastiales se han levantado geológicamente con el mayor detalle.

La variabilidad estratigráfica y las propiedades físicas y mecánicas de la toba se han investigado por medio de miles de observaciones y medidas de campo y laboratorio. Las variaciones de facies y de potencia se representan en una serie de mapas, sobre los que se superpondrán las medidas de aquellas propiedades con objeto de establecer correlaciones entre ellas y las

T A B L A II

Aplicaciones de la Geología a los programas de explosiones nucleares subterráneas

1. ESTUDIOS Y CARTOGRAFÍA REGIONALES.
(Nev., N. Mex., Miss., Alaska).
2. GEOLOGÍA Y PROPIEDADES DE DIFERENTES MEDIOS.
 - a) Toba.
 - b) Granito.
 - c) Basalto.
 - d) Vidrios volcánicos.
 - e) Sal (estratificada y diápírica).
3. ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS.
 - a) Regionales. Campos de pruebas nucleares.
 - b) Locales y especializados.
 - c) Efectos de emigración del agua freática por las explosiones nucleares.
4. MECÁNICA DE LAS ROCAS.
(Especialmente bajo cargas instantáneas).
5. TÉCNICA DE LAS MEDIDAS *in situ* DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS.
6. APLICACIONES INDIRECTAS DE LA GEOLOGÍA.
 - a) Terremotos y sismología
 - b) Minería.
 - c) Formación de cráteres

7. ESTUDIOS ESPECIALES.

- a) Deformación de las rocas por los explosivos de gran potencia.
- b) Transformaciones de fase por el choque.
- c) Estudio del volcán hawaiano.
- d) Reacciones químicas interesantes.
- e) Análisis térmicos diferenciales.
- f) Estudios de Termoluminiscencia.

variables geológicas. La historia tectónica del área está siendo reconstruída por medio de mapas estructurales y secciones transversales apropiadas. Todos los trabajos mencionados deberán conducir a un cuadro tri-dimensional, verdaderamente detallado, de la historia estructural y sedimentaria durante el vulcanismo terciario.

b) Se han proyectado varias series de explosiones nucleares en otros medios con objeto de ampliar nuestros conocimientos sobre la generación de las señales sísmicas en ellos y sus formas de fracturación. Actualmente, un batolito «granítico», que aflora en un área de varios kilómetros cuadrados en el Campo de Pruebas de Nevada, está siendo objeto de intenso estudio como posible localización para una explosión. El plutón está constituido, en realidad, por varias intrusiones de granodiorita y monzonita cuarcifera en carbonatos paleozoicos. Un conjunto de pozo y socavón, en él, exponen más de 500 metros lineales para observación y toma de muestras. Se han recogido más de 3.500 metros de testigos de los sondeos de exploración, algunos de hasta 550 metros de profundidad, localizados dentro de un área de unos dos y medio kilómetros cuadrados. La interpretación de las testificaciones geofísicas, en este medio tan poco familiar, resulta difícil, pero es posible establecer correlaciones entre puntos próximos por comparación de las secuencias de anomalías que, aparentemente, representan los efectos de grandes diaclasas y fallas de cierta continuidad.

Actualmente, se dispone de un mapa geológico superficial detallado del área «granítica» (Mapa 1-328 del U. S. G. S.; Misc. Geol. Invest.). Se han analizado el contenido químico y composición mineralógica de cientos de muestras superficiales y subterráneas, así como de testigos de los sondeos. Se han realizado pruebas de campo (*in situ*) y de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas y acústicas de la roca. La frecuencia y distribución de diaclasas y fallas han merecido atención especial, puesto que es de esperar una gran influencia de ellas en las formas de fractura provocadas por la explosión. En la actualidad, están en marcha estudios complementarios sobre la alteración hidrotermal y el metamorfismo de contacto debidos a la actividad ígnea. Los trabajos geofísicos, que incluyen perfiles gravimétricos

y sísmicos, así como de magnetómetro aéreo, serán de gran ayuda en la delimitación de la forma geométrica subsuperficial del batolito. Y, con toda esta labor exhaustiva, se deberá obtener un cuadro tridimensional, el más completo que jamás se haya reunido de una masa ígnea.

Existe, además, la idea de realizar en dicho granito un sondeo de unos 250 metros de profundidad, en el que se recogerán una buena cantidad de testigos que serán muy valiosos para conocer las variaciones mineralógicas y geoquímicas con la profundidad, las diferencias entre la roca fresca y la meteorizada, así como los cambios verticales, en la textura y estructura. Las posibles diferencias en edad, quizá relacionados con el enfriamiento diferencial, podrán ser estudiadas mediante medidas cronológicas de potasio-argon y estroncio-rubidio en las muestras superficiales e internas.

c) Se están examinando los vidrios producidos en explosiones nucleares subterráneas anteriores, con objeto de determinar el proceso de enfriamiento, disposiciones fluidales, diferencias de viscosidad, temperaturas de fusión, efectos de desgasificación y distribución de radiactividad. Donde sea posible, se tratará de correlacionar estas características con las propiedades de los diferentes estratos de los que procedan tales vidrios. Se están investigando las condiciones termodinámicas bajo las que la toba puede ser directamente fundida por las presiones de choque. Se determinan las solubilidades relativas de los vidrios y de sus componentes radiactivos en agua freática y otras soluciones.

d) Las rocas salinas constituyen un medio excepcional para realizar explosiones nucleares debido a su relativa homogeneidad, sus favorables propiedades físicas y químicas, y la facilidad con que se las puede minar y perforar; varios programas en depósitos salinos están actualmente en plena actividad. El proyecto «Gnom» del Plowshare consistirá en una explosión, de cinco kilotones, cerca de Carlsbad, en Nuevo Méjico, situada a una profundidad de 360 metros en las capas salinas de la formación permiana de Salado. Ya están próximos a su terminación el pozo y el socavón, y se han realizado muchos estudios preliminares de las características estratigráficas, petrográficas, sísmicas y mecánicas, tanto de la sal como de las rocas suprayacentes. Otros estudios especiales serán los de determinación de las variaciones químicas y la distribución de las fases minerales en las evaporitas y la determinación de las relaciones fásicas en el sistema NaCl-H₂O a presiones y temperaturas elevadas (Kennedy, 1960). Morey, del U. S. G. S., investiga el más complejo sistema NaCl-CaSO₄-MgSO₄-K₂SO₄.

Se dedica especial atención a las cúpulas salinas. Una serie de explosiones químicas, realizadas en 1959-60, en una cúpula de Winnfield, Louisiana, y otra proyectada de detonaciones químicas y nucleares, en la cúpula de Tatum, al S. de Mississippi, han promovido una de las investigaciones más completas, jamás realizadas, de los caracteres físicos y geológicos de un me-

dio rocoso simple. Incluyen medidas de porosidad, permeabilidad y densidad y de las propiedades elásticas y plásticas y de resistencia, a varias profundidades, por medio de pruebas estáticas y dinámicas, tanto de laboratorio como de campo. La forma de la cúpula, las estructuras internas (texturas fluidales y zoncado de anhidrita) y las características de la montera se determinarán por geofísica, sondeos, testificación eléctrica, fotografía subsuperficial y trabajos de minería. Parte del programa son también los estudios de propiedades especiales de la sal tales como radiación inducida, fluorescencia y radiaciones infrarrojas a varias temperaturas.

3. ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS

Los programas dentro de esta categoría pueden separarse en dos grupos de distinto objeto. Uno, en relación con la posible contaminación del agua freática por las radiaciones de las explosiones (Higgins, 1959). La Sección de Hidrología del U. S. G. S. investiga los movimientos subsuperficiales de las aguas en aquellos lugares donde ha tenido o va a tener lugar una explosión. En el Campo de Pruebas de Nevada se iniciaron, ya hace varios años, estudios exhaustivos sobre la variación de la profundidad del nivel hidrostático, local y regional, así como de las características de las corrientes dentro de, y entre las cuencas estructurales rellenas de aluviones. Los estudios hidrológicos en la toba de la meseta de Rainier se han dirigido, principalmente, a determinar las modificaciones que las explosiones han dado lugar en el movimiento natural de las aguas. Anexos a ellos van las determinaciones de la capacidad de lixiviación de los elementos de los materiales originales, y de los producidos por la explosión, y las observaciones sobre el porcentaje de migración iónica bajo condiciones variables. El U. S. G. S. y la Texas A. & M., llevan a cabo estudios de intercambio iónico, especialmente de radioisótopos de especies químicas que no se encuentran normalmente en las aguas naturales. En las áreas salinas de Nuevo Méjico y de Mississipi y en la de Chariot, en Alaska, se proyectan o están en marcha investigaciones hidrogeológicas muy completas.

El objeto del segundo grupo de estudios hidrológicos es el de examinar el desarrollo de permeabilidad y porosidad secundarias en, al menos, parte del medio que rodea a una explosión. Esto ha conducido a una nueva idea, muy prometedora, para mitigar algunas de las esperadas mermas en el abastecimiento de agua (UCRL-6008, 1960). En el Lawrence Radiation Laboratory, principalmente, se realizan estudios para determinar la posibilidad de almacenamiento de agua freática en las rocas disgregadas por las explosiones nucleares, así como la posibilidad de abrir acceso a los acuíferos, llenado de acuíferos potenciales por descarga superficial y formación de grandes cuencas de evaporación.

4. MECÁNICA DE LAS ROCAS

Las medidas estáticas y dinámicas de las propiedades mecánicas de los materiales naturales son necesarias para obtener valores apropiados para ciertos parámetros físicos (densidad, relación de Poisson, velocidades de ondas de cizallamiento y de dilatación) que son necesarios para los físicos en sus predicciones, o reconstrucción, de los efectos de una explosión subterránea. Cierta número de organizaciones, incluidos varios grupos geológicos, han realizado ya numerosas medidas de laboratorio de las propiedades elásticas y la resistencia del granito, toba, basalto, pizarras, carbonatos, sal, aluviones y otros medios de interés en los programas de explosiones subterráneas. En ellas se consideran como variables independientes datos tales como la presión litostática, la temperatura, las soluciones intersticiales, el grado de carga, etcétera. Especialmente significativas son las medidas que se realizan bajo condiciones de carga instantánea, con las que se está explorando con mucho detalle, y por primera vez, un aspecto totalmente nuevo de la mecánica de las rocas. En particular, las ecuaciones de estado de Hugoniot (relaciones entre la presión y la densidad en el momento de fuertes choques), para tipos de rocas nunca examinados anteriormente, se están calculando a partir de datos obtenidos en pequeñas explosiones dirigidas de laboratorio (Lombard, 1961).

Un importante objetivo de los programas que incluyen estudios geológicos es el de comprender la influencia de las variaciones litológicas y las discontinuidades naturales, dentro de un medio determinado, sobre la mecánica de la deformación durante la explosión. Para progresar en las interpretaciones se recurre, concretamente, a los datos que proporcionan los sistemas de fracturas primarias, apertura de diaclasas pre-existentes, movimientos en las fallas, reajustes plásticos y efectos de aplastamiento y compresión. Se están realizando estudios de frecuencia y extensión de las fracturas en función de la cantidad de esfuerzo, para relacionar los esfuerzos con las deformaciones sobreimpuestas, por la explosión, al estado natural de tensión de la roca. En el laboratorio, se intentan estudios de modelos reducidos, con explosiones miniatura en plásticos en los que se simulan las condiciones físicas y geométricas de los medios naturales; en ellos se utilizan cámaras de alta velocidad y métodos fotoelásticos de examen, además del seccionado de muestras.

Utilizando métodos petrográficos, se examinan al microscopio los efectos mecánicos y ópticos impartidos a los granos minerales por el choque. Es posible utilizar el grado de deterioro o modificación en un agregado de cristales, como indicador de las presiones de choque.

5. TÉCNICA DE LAS MEDICIONES «IN SITU» DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS

Aparte de las acostumbradas mediciones de campo (incluidas las convencionales testificaciones eléctricas), se han puesto en práctica, principalmente en el Campo de Pruebas de Nevada, un cierto número de técnicas, nuevas o modificadas, para la determinación de las propiedades de las rocas en su medio ambiente natural. El Bureau of Mines ha aplicado métodos perfeccionados para la medida del estado de tensión en las rocas. Gracias a la experiencia obtenida en las mediciones posteriores a la explosión, se ha logrado perfeccionar las técnicas y los instrumentos para delimitación de los campos de radiación y para determinación de la distribución de temperaturas por el examen de los sondeos y los hastiales de los minados.

El mayor logro de los últimos cuatro años, desde el acontecimiento Rainier, ha sido el descubrimiento de métodos y aparatos mejores para medir la inmediata y violenta reacción de las rocas en el momento de la explosión. Se han diseñado instrumentos para determinar las presiones de choque, los movimientos corpusculares y los desplazamientos permanentes.

El Lawrence Radiation Laboratory ha conseguido una cámara de TV para sondeos, con objeto de obtener vistas orientadas de las paredes, que espera poder modificar para alcanzar profundidades de más de 900 metros, en pozos de diámetro no inferior a 13 centímetros. Esta cámara se utilizará como herramienta geológica para examinar intervalos en que la recuperación de testigos sea escasa, para medir la frecuencia y orientación de las diaclasas y como suplemento de otros métodos de estudio stratigráfico subsuperficial.

6. APLICACIONES INDIRECTAS

a) Sismología.—Una explosión nuclear subterránea puede provocarse en un momento y lugar prefijados. La explosión produce grandes perturbaciones sísmicas por la liberación de una cantidad de energía que se conoce. Press y Griggs (1960), entre otros, reconocen que estas explosiones son, de hecho, terremotos «artificiales» que actúan como focos dirigidos de ondas sísmicas.

Como posibles aplicaciones, que se ofrecen debido al conocimiento previo del lugar y momento de la perturbación, están las siguientes: 1) Obtención de curvas dromocrónicas y relaciones de amplitud-distancia más exactas; 2) mejor delimitación de las diferencias entre las velocidades en las capas continentales y oceánicas de la corteza; 3) experimentos más perfeccionados, por la utilización de juegos de instrumentos, debidamente situados, para determinación de las variaciones de composición y estado físico en el núcleo terrestre; 4) posibilidad de realizar experimentos que puedan definir mejor la naturaleza y modo de propagación de las ondas superficiales, y 5) conoci-

miento de la estructura cortical en regiones asísmicas (tales como la antártica).

b) Minería.—El movimiento de rocas por hundimiento de bloques podría ser un medio de recuperar el mineral fracturado y quebrantado por una explosión nuclear y su subsecuente colapso de la cúpula (Flangas y Shaffer, 1960). Este es un caso en que el geólogo debe trabajar, en estrecha colaboración con el ingeniero de minas, para predecir los mecanismos de quebrantamiento y fracturación y la distribución de los tamaños de los fragmentos producidos.

c) Formación de cráteres.—Durante los últimos tres años, el plan Plowshare ha apadrinado un amplio programa de estudios sobre la formación de cráteres (Nørdyke, 1961). Se han examinado cientos de cráteres, producidos por explosiones químicas, en medios de una gran variedad y se han obtenido curvas empíricas escalonadas (radio o profundidad en función de la energía liberada), con constantes bastantes bien definidas. Las dimensiones de los cráteres producidos por las explosiones nucleares parecen encajar en estas curvas. Los geólogos han colaborado en tales estudios, ocupándose de la cartografía de la anatomía estructural de los cráteres, de la determinación de la distribución de tamaños de los fragmentos, y de la observación de las relaciones entre el comportamiento mecánico de un medio, durante la formación del cráter, de una parte, y la presencia de discontinuidades naturales y la variación de propiedades del medio ambiente geológico, de otra.

7. ESTUDIOS ESPECIALES

a) Explosiones H. E.—Mediante excavación posterior, en las sales (Short, 1961a) y tobas (Short, 1961b) correspondientes, se han estudiado la influencia del medio y los efectos producidos en él por explosiones químicas confinadas. Se prestó especial interés a la disposición de las fracturas, deformación de capas y cristales por el choque y al papel desempeñado en la localización del colapso por las discontinuidades naturales. Anteriormente, el U. S. G. S. ya había realizado un estudio semejante en una explosión de 50 toneladas H. E. en la toba de la meseta de Rainier (Cattermole, 1958).

b) Transformaciones de fase por las ondas de choque.—En las futuras explosiones nucleares subterráneas se intentará realizar transformaciones polimórficas de fase en una variedad de minerales que incluye cuarzo-coesita y otros cuya formación es favorecida o perjudicada por el metamorfismo dinámico. Para ello, se colocarán muestras en las proximidades del punto cero de la explosión, allí donde se espera que la energía del choque sea de suficiente intensidad y duración para producir cambios de fase. Otra posibilidad es la transformación de carbono o grafito en una solución sólida con hierro

(cohenita), con la estructura del diamante. En las muestras se pueden añadir mezclas de carbonatos y sílice, finamente triturados, para tratar de sintetizar silicatos cálcicos. El acceso a tales experimentos es, en la actualidad, totalmente empírico, ya que se dispone de pocos datos teóricos que permitan predecir los resultados.

c) Estudio del volcán hawiano.—A continuación de las erupciones de 1950 del Kilauea Iki, en las que se formó un lago de lava, el plan Plowshare financió un programa para el progreso de las técnicas de perforación en una roca fundida (Rawson, 1960). La perforación, con éxito, en el lago de lava a través de una corteza de basalto solidificado de unos seis metros, demostró la posibilidad de trabajar en fundidos semejantes a los que producen las explosiones nucleares. Se recogieron muestras del fundido y de los gases en disolución, y se levantó un perfil térmico a través de la corteza.

d) Reacciones químicas interesantes.—La detonación de los explosivos nucleares puede liberar, *in situ*, ciertos productos químicos. Reacciones favorables son aquellas que tienen lugar bajo los 2.000° C., que producen productos solubles o gaseosos, y que se puedan realizar a profundidades en que las explosiones estarán totalmente confinadas. Ejemplos de posible importancia económica son la producción de K_2SO_4 a partir de alunita; de CO_2 a partir de caliza, o de derivados de azufre a partir de yeso. También puede pensarse en el enriquecimiento de mineral de baja ley (por ejemplo, algunos yacimientos de sulfuros), mediante la eliminación de los constituyentes volátiles, útiles o inútiles, liberados por el choque. Entonces, podrían recuperarse los metales de la zona de fracturación, bien por hundimiento de bloques, bien por lixiviación con disolventes adecuados.

e) Programa de análisis térmicos diferenciales.—También se están realizando análisis térmicos diferenciales para comprobar las transformaciones irreversibles relacionadas con la temperatura. En unión de otras técnicas, estos análisis pueden ser de gran utilidad para la determinación de la distribución de las temperaturas punta en la roca encajante de una explosión nuclear subterránea.

f) Estudios de Termoluminiscencia.—Mediante el estudio de las variaciones, inducidas por la presión, en las curvas de radiación de termoluminiscencia de diferentes minerales y rocas, quizá pueda establecerse la distribución de presión en aquellas rocas que resulten afectadas por una explosión nuclear subterránea.

REFERENCIAS

- CATTERMOLE, J. M., *Geology of the U. S. G. S. Tunnel and Underground Effects of the High Explosives Tests, Nevada Test Site*, U. S. G. S., T. E. I., 715.
 ECKEL, E. (1966), *Opportunities and Responsibilities of Earth Scientists in the Nuclear Age*, U. S. G. S., Circ. 430.

- , READ, C. B., DIMENT, W. H., and DOBROVOLNY, E. (1957), *Geological Aspects of the Recent Underground Atomic Explosion in Nevada*, «GeoTimes», v. 2, núm. 5, p. 6.
 FLANGAS, W. G. and SHAEFER, L. E. (1960), *An Application of Nuclear Explosives to Block Caving Mining*, «UCRL Report», 5.949.
 GIBBONS, A. B., *Geologic Effects of the Rainier Underground Test—Preliminary Report*, U. S. G. S., T. E. I., 718.
 GRIGGS, D. T. and PRESS, F. (1960), *Probing the Earth with Nuclear Explosives*, «UCRL Report», 6.013.
 --- and TELLER, E. (1956), *Deep Underground Test Shots*, «UCRL Report», 4.659.
 HIGGINS, G. H. (1959), *Evaluation of the Ground Water Contamination Hazard from Underground Nuclear Explosions*, «UCRL Report», 5.538.
 JOHNSON, G. W. and BROWN, H. (1958), *Nonmilitary Uses of Nuclear Explosives*, Scientific American, v. 199 núm. 6.
 ---, HIGGINS, G. H., and VIOLET, C. E. (1959), *Underground Nuclear Detonations*, «UCRL Report», 5.626.
 JOHNSON, M. S., and HUBBARD, D. E. (1957), *Geology of the Atomic Energy Commission Nevada Probing Grounds Area, Nevada*, U. S. G. S., «Bulletin», 1.021-K.
 KENNEDY, G. (1960), *The System NaCl-H₂O at Elevated Temperatures and Pressures*, «UCRL Report», 6.175.
 LOMBARD, D. B. (1961), *The Hugoniot Equation of State of Rocks*, «UCRL Report», 6.311.
 NORDYKE, M. D. (1961), *Nuclear and Chemical Explosive Cratering Experience Applicable to Plowshare*, «UCRL Report», 6.295.
 RAWSSON, D. E. (1960), *Drilling into Molten Lava in the Kilauea Iki Volcanic Crater, Hawaii*, Nature, dic. 10.
 SHORT, N. M. (1961), *Fracturing of Rock Salt by a Contained High Explosive*, «Colorado School of Mines Quarterly», v. 56, núm. 1.
 SHORT, N. M. (1961), *Excavation of Contained TNT Explosions in Tuff*, Proceedings of the 4th Rock Mechanics Symposium, Pennsylvania State University, en prensa.
 THOMPSON, T. L., and MISZ, J. B. (1959), *Geological Studies of Underground Nuclear Explosions Rainier and Neptune*, «UCRL Report», 5.757.
 WADMAN, R. and RICHARDS, W. (1961), *Postshot Geological Studies of Excavations Below Rainier Ground Zero, Geological Report on the U12B Rainier Event*, «UCRL Report», 6.542.
 WARNER, S. E., and VIOLET, C. E. (1959), *Properties of the Environment of Underground Nuclear Detonations at the Nevada Test Site*, «UCRL Report», 5.542, rev.
 WILMARTH, V. R., *Some Effects of Underground Nuclear Explosions on Tuff*, U. S. G. S., T. E. I., 756.
 UCRL Report 6.008 (1960), *Some Potential Uses of Nuclear Explosives in the Conservation and Development of Water Resources*.
 U. S. G. S., T. E. I. Report 355 (1959), *Geologic Effects of the Rainier Underground Nuclear Explosion*.
 U. S. G. S., Prof. Paper 400-B (1960), «Geological Survey Research», 1960, ver páginas 149, 151, 156, 160, 415-418 y 423.

Nota.—Los informes del UCRL (Lawrence Radiation Laboratory), se pueden solicitar a Office of Technical Services, Department of Commerce, Washington, 25, D. C.

Recibido 5-4-62.

INDALECIO QUINTERO y JOSE DE LA REVILLA

LA *EXOgyRA FLABELLATA*, GOLDFUSS Y SU
DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA

RESUMEN

En esta nota, los autores reúnen en una sola especie, *Exogyra flabellata* de Goldfuss, otras varias *Exogyras* del Cretáceo, y exponen antecedentes y argumentos paleontológicos, fijando finalmente su distribución estratigráfica.

ABSTRACT

Several types of cretaceous *Exogyras* are grouped together in only one species, *Exogyra flabellata*, Goldfuss. The authors offer paleontological antecedents and arguments and determine the stratigraphical distribution of the species.

INTRODUCCIÓN

El objeto que perseguimos al redactar la presente nota, es hacer una agrupación de algunas especies de *Exogyras* en una sola y desterrar de una vez para siempre varios nombres específicos, que creemos carecen de un fundamento lógico que permita su supervivencia. No queremos con ello, militar en la legión de los «dumpers» o sintetizadores, sino adoptar una postura objetiva en consonancia con la definición de especie, y hacer un poco de luz en el confuso mare-magnum de las *Exogyras*, ya que en el estado actual de la Ciencia sucede a veces que es preciso dar el nombre a la especie, según el lugar que ocupa en la serie estratigráfica, pero sin poder fijar en esos casos, caracteres que nos permitan de antemano determinar dicha especie, por lo que ésta carece de la importancia que debe tener en el cómputo del tiempo geológico.

Recordemos que para Cuenot, una buena especie paleontológica está determinada por tres pares de caracteres que son: Morfología y fisiología (M), ecología y distribución (E), y esterilidad exterior y fecundidad interior (S), de donde resulta la fórmula completa MES, bien entendido que la ME o la ES, pueden servir para delimitar las especies linneanas, aunque el paleontó-

logo no puede disponer nunca del criterio de interfecundidad (S), por lo que en el mejor de los casos utilizará ME únicamente para sus determinaciones.

En nuestro caso el carácter ecológico según la concepción introducida en Biología por Haeckel en 1878, o sea, el estudio del género de vida de los distintos animales y plantas, y sus relaciones con el ambiente o mundo exterior (alimentación, habitación, dispersión, influencia del clima y suelo, etc.), añade muy poco para la diferenciación de las especies de *Exogyras*, y otro tanto puede decirse en cuanto al carácter distribución, por lo que prácticamente la fórmula ideal de Cuenot queda reducida casi exclusivamente a la morfología y fisiología (M), común a varias especies de *Exogyras* del Cretáceo, que vienen a ser a lo sumo variaciones en el tiempo (mutaciones) de una misma, para la que conservamos la denominación de Goldfuss de *Exogyra flabellata*, por ser juntamente con la *Exogyra plicata*, del mismo autor, la de mayor antigüedad (1834), aunque nos parece más conocida mundialmente aquélla. Esta última circunstancia nos permite optar por el nombre específico de *flabellata* y no de *plicata*, que consideraremos en lo sucesivo como una de tantas sinonimias.

PRUEBAS PALEONTOLÓGICAS Y ESTUDIO COMPARATIVO

Aparte de que es fácil intuir por simple observación, que varias especies de *Exogyras* del Cretáceo tales como la *boussingaulti*, *minos*, *matheroniana*, etc., no son a lo sumo mas que mutaciones de la *flabellata* y que algunos paleontólogos ya han indicado su equivalencia, en tanto otros no han podido señalar caracteres que las separen claramente, como veremos más adelante: una prueba razonada nos la da la propia definición de especie, según Cuvier, que nos parece la mejor de todas.

«La especie es la colección de seres organizados, descendientes unos de otros o de padres comunes, y de todos los que se les parecen tanto como ellos entre sí».

El simple examen de las láminas nos permite observar la enorme variedad de formas dentro de cada especie, lo que permitiría en principio una «pulverización» de las mismas o por lo menos establecer un gran número de variedades: pero si se consideran la misma estas posibles variedades, con mayor razón sería preciso suponer como reductibles a ella otras especies establecidas, cuya morfología y fisiología difieren bastante menos. Según la definición de Cuvier que acabamos de enunciar, las figuras 3 y 4 de la Lám. II, correspondientes a la *Exogyra boussingaulti*, d'Orbigny, se parecen mucho más a las 1 y 2 de la misma lámina (*Exogyra flabellata*, Goldf.), que éstas a cualquiera de la Lám. I, también *flabellata*, por lo que habrían de considerarse todas ellas de la misma especie, puesto que era suficiente que

se parecieran tanto como éstas entre sí. Por otra parte, uno de los caracteres fisiológicos que se utiliza también para separar estas dos especies, consistente en la impresión del músculo abductor, redondeado en la *boussingaulti*, es un tanto caprichoso, pues aparte de que no siempre es visible, por lo que no parece lógico fiar la diferenciación a este carácter, se ve la impresión del mismo si se examina la fig. 6 de la Lám. I, e incluso el ejemplar representado en la Lám. V, fig. 13, del Museo del Instituto Geológico, ambos considerados como *Exogyra flabellata* aun cuando el músculo es redondeado. Ignoramos qué razones, aparte de las estratigráficas, permiten a Coquand designar como *flabellata* su ejemplar de la Lám. I, y lo mismo podemos decir del nuestro, que por sus características sólo puede ser una de las muchas especies que pretendemos reducir a la *flabellata*: pero que a la vista de lo establecido previamente a esta nota, resulta correcta su clasificación, por cuanto dicho ejemplar procede del Cenomanense de Uçero (Soria) y no es preciso insistir más en que el criterio estratigráfico era el único contundente en las determinaciones.

Por el mismo razonamiento de las semejanzas, que nos brinda la definición de Cuvier, algunas de las formas representadas en la Lám. V (basta fijarse en las figuras 3, 4 ó 5), no se parecen tanto a la fig. 3 de la Lám. III como ésta a la fig. 1 de la misma lámina, por lo que resultaría que el ejemplar de dicha figura (*Exogyra flabellata*), debería ser según este razonamiento la *E. boussingaulti*.

De la misma manera se podría demostrar que la *Exogyra plicata*, Goldf. (Lám. IV, fig. 1) y la *E. matheroniana*, d'Orb (Lám. III, figs. 4-5) eran la misma especie que la representada en la fig. 2 de la Lám. IV, o sea, una *Exogyra flabellata* según Goldfuss, y en resumen, que cualquiera de las especies que hemos figurado pueden reducirse a la *E. flabellata* con excepción de la *E. tuberculifera*, Coq. (figs. 14, 15, 16 y 17, Lám. V) que hemos reproducido para indicar la convergencia de forma con alguna *E. boussingaulti* (obsérvense las parejas 4-15 y 5-14 de esa lámina), pero que son fácilmente separables por carecer aquélla de área ligamentaria.

Digamos finalmente, que aun cuando hubiéramos podido agrupar las figuras de otra manera para componer las láminas, hemos procurado en ellas incluir ejemplares que mostraran ciertas afinidades morfológicas que lleven al ánimo del lector nuestro propósito de síntesis.

ANTECEDENTES PALEONTOLÓGICOS

Damos a continuación las descripciones de la *Exogyra plicata* y *E. flabellata* según Goldfuss, *E. boussingaulti* y *E. flabellata* según d'Orbigny y las *E. flabellata*, *E. boussingaulti*, *E. matheroniana* y *E. minos*, según Coquand:

Exogyra plicata, Goldf. 1834 (según Goldfuss).

«La valva inferior es reniforme, profunda, quilla trasera sin filo, que desaparece hacia el centro y se aproxima más al lado derecho. A partir de esta quilla, divergen pliegues no divididos, divergentes en forma acostillada, redondeados, más o menos elevados y regulares, bien hacia ambos lados o bien hacia el lado derecho. En estos pliegues se elevan también, no raramente, nudos o prolongaciones laminares según que la superposición de las láminas sea más o menos apretada. El corchete está arrollado hacia un lado y comprimido; raramente plegado sobre sí mismo, de manera que el vértice queda siempre visible. A partir del umbo se extiende a lo largo del borde interno una especie de reborde surcado o rayado. La valva superior es plana y muy engrosada hacia el lado derecho mediante abundantes láminas; posee igualmente una quilla trasera plana, a partir de la cual divergen pliegues hacia ambos lados, lo que unido a la configuración laminar, da a la superficie un aspecto rugoso».

Exogyra flabellata, Goldf. 1834 (según Goldfuss).

«La valva superior de esta especie nos es desconocida. La inferior tiene muchos caracteres comunes con la superior de la anteriormente descrita, a causa de su dorso liso y pequeña profundidad. Sin embargo, se distinguen por la división, en forma de horquilla, de sus pliegues nudosos y por sus gruesas inserciones musculares, en parte sobre las costillas y en parte sobre la superficie interior».

Exogyra boussingaulti, d'Orbigny 1846 (según d'Orbigny).

«Concha oval oblonga, arqueada, un poco triangular muy variable. Valva superior plana, carenada exteriormente, provista sobre la parte externa de la quilla, de pliegues angulosos, laminosos transversalmente y sobre la superficie plana, de costillas o pliegues radiales irregulares. La parte interna del lado externo de esta valva, muestra dientes angulosos; su impresión muscular es ovalada, casi redonda. La valva inferior, generalmente ahuecada y espesa, es auriculiforme, con corchete muy recurvado; muestra hacia afuera una forma carenada con gruesas costillas onduladas, simples, sobre la región bucal; y costillas más pequeñas sobre el otro costado. Su forma y su ornamentación son muy variables, según el lugar donde ha vivido y los cuerpos sobre los que se ha fijado.

Relaciones y diferencias. Esta especie puede ser fácilmente confundida con la *O. flabellata* en cuanto a forma o ornamentación. Apenas se pueden encontrar diferencias, que no desaparezcan cuando se reúne un gran número

de ejemplares. Sin embargo, yo he reconocido que en los individuos jóvenes sus costillas son mucho más gruesas, muy raramente duplicadas, casi siempre simples, que son infinitamente menos rugosas, que la valva superior tiene dientes en el borde externo y que la impresión muscular es generalmente más ancha. A pesar de estas diferencias, las relaciones son tan íntimas, que no dudaría en reunir estas dos especies si perteneciesen a las mismas capas; pero la *boussingaulti* se encuentra en el Neocomiense y está separada de la *flabellata* por los pisos Aptense y Albense, que no la contienen».

Exogyra flabellata, d'Orbigny. 1846 (según d'Orbigny).

«Concha oval-oblicua, arqueada en semiluna, las dos valvas muy desiguales. Valva superior cóncava hacia el centro, carenada y poco levantada por el lado bucal; su superficie está cubierta de arrugas y pliegues irregulares oblicuos; la parte externa de la quilla está cortada oblicuamente y es muy laminosa. La valva inferior, hueca, es mucho más espesa que la otra, algo carenada hacia el centro, y de ese punto parten costillas divergentes, redondeadas, oblicuas, a menudo duplicadas; el conjunto fuertemente arrugado transversalmente. La extremidad paleal es a menudo acuminada. El corchete es fuertemente contorneado sobre el lado inferior; es libre o adherido a la concha. Exteriormente las valvas son onduladas; tienen pequeñas líneas transversales cerca del borde, que es apenas ondulado, raramente plisado.

Relaciones y diferencias. Muy vecina en cuanto a forma y ornamentación de la *O. boussingaulti*, se distingue de ella, sin embargo, por su valva superior más cóncava, por sus costillas oblicuas, frecuentemente dobles, sobre todo en la edad joven; por las arrugas concéntricas de que los jóvenes y adultos están cubiertos y, en fin, por el borde casi siempre desprovisto de dientes angulosos. Estas dos especies se encuentran en capas muy diferentes y separadas una de la otra por los pisos Aptense y Albense».

«Aunque el nombre de *flabellata* aplicado en 1834 por M. Goldfuss, haya sido dado a una simple variedad de esta especie, lo conservo porque no ha sido empleado anteriormente. Lo he reunido también con la *Exogyra harpa* de M. Goldfuss, que no es más que la forma joven».

Exogyra flabellata, d'Orbigny. 1846 (según Coquand).

«Concha exogyriiforme oval-oblicua, arqueada en media luna, inequivalva, muy variable en su ornamentación. Valva superior cóncava hacia el centro, carenada y un poco levantada por el lado bucal; su superficie está cubierta por costillas y pliegues, oblicuos, irregulares, divergentes; la parte externa

de la quilla está cortada oblicuamente y es muy laminosa. Valva inferior convexa, mucho más espesa que la otra, algo carenada en medio. De la quilla se desprenden costillas divergentes, redondeadas, oblicuas, con dicotomías sucesivas a medida que la concha crece, llegando a ser completamente ondulada. La extremidad paleal es a menudo acuminada. El corchete está fuertemente recurvado sobre el lado inferior. Es libre o adherido a la concha. Sucede frecuentemente que las costillas se multiplican en gran número o desaparecen casi por completo, de manera que la superficie de las valvas llega a ser lisa. Muy variable en su forma y ornamentación exterior, esta especie se aproxima tanto en sus variedades principales a la *O. boussingaulti*, que resulta muy difícil distinguirlas. D'Orbigny reconoce que en la primera, la valva superior es más cóncava, que las costillas oblicuas son más frecuentemente dicotomas; en fin, que el borde está casi constantemente desprovisto de dientes angulosos. Estos caracteres distintivos no nos parecen demasiado seguros, sobre todo cuando se trata de aplicarlos a una serie completa. En cualquier caso nosotros representamos en nuestras figuras, tanto para una como para otra especie, individuos cuya procedencia nos es personalmente conocida».

Exogyra boussingaulti, d'Orbigny, 1846 (según Coquand).

«Concha exogyriforme, inequivalva, alargada, convexa. De esta especie, creada para los fósiles recogidos en Colombia, reproducimos los tipos y la descripción dada por d'Orbigny. Valva inferior convexa, dentada por dentro, convexa por fuera, subcarenada por encima, surcada a cada lado por pliegues anchos, irregulares, muy pronunciados hasta el corchete, que es contorneado y forma casi una vuelta de espira; valva superior más carenada aún que la cara inferior, bastante convexa e igualmente plisada.

Esta descripción se aplica a la especie americana que difiere de la *O. minor* por un tamaño más alargado y por la ausencia de costillas sobre la valva superior; pero las especies europeas, aunque se aproximen más o menos a ella, están lejos de poseer todos sus caracteres y conducen por transiciones insensibles a variedades que no recuerdan ya la forma general. Alguna que se aparta mucho de ella es completamente lisa, carenada exteriormente, muy estriada y plisada a lo ancho; el corchete sólo ha conservado huellas de costillas muy finas; la región externa ordinariamente costulada es simplemente lamelosa; la impresión muscular es ancha, redondeada y colocada cerca del borde interno; la foseta ligamentaria es triangular, muy larga, y plisada transversalmente.

Exogyra matheroniana, d'Orbigny, 1846 (según Coquand).

«Concha exogyriforme, oblicua, contorneada en semicírculo; valva superior muy cóncava en su parte central, donde está separada en dos partes casi iguales por un ángulo muy saliente, carenado y a menudo cortante. El lado externo de la quilla es costulado a lo ancho, mientras el lado opuesto tiene costillas onduladas radiales. Valva inferior más gruesa y menos angulosa, fuertemente surcada por costillas gruesas, onduladas, divergentes, frecuentemente provista de nudosidades imbricadas. El corchete contorneado. En el interior se ve cerca del ligamento un fuerte diente alargado, en la charnela. La impresión muscular es excavada y redondeada; los bordes de las valvas están estriados transversalmente».

Exogyra minor, Coquand, 1869 (según Coquand).

«Concha exogyriforme, gruesa, arqueada, transversa, variable según la edad y localidades. Valva inferior profunda, muy levantada y recorrida por una quilla mediana que le da una forma gibosa, ornamentada en toda su superficie por numerosas costillas agudas más o menos flexuosas, simples en el corchete y dicotomadas hacia la periferia, donde se terminan en dientes de sierra y llegan a ser imbricadas, nodulosas o subespinosas hacia los puntos donde las cortan las líneas de crecimiento. Corchete muy curvado sobre sí mismo. Foseta ligamentaria terminal, muy alargada, triangular y plisada transversalmente. Valva superior operculiforme, ligeramente abombada, que lleva las mismas costillas que la otra valva; muy laminosa en el lado externo. Impresiones musculares grandes, subcentrales, un poco más próximas sin embargo al borde externo».

OBSERVACIONES Y CRÍTICA DE ANTECEDENTES

1.º Aun cuando Goldfuss al describir la *Exogyra flabellata* indica su desconocimiento de la valva superior, hace referencia a su *E. plicata*, con la que según él tiene señaladas afinidades. Nosotros, como ya hemos dicho, las consideramos la misma especie y conservamos la denominación de *flabellata*, por ser más generalmente conocida y descrita totalmente con posterioridad por d'Orbigny.

2.º En la descripción de la *Exogyra boussingaulti*, dice d'Orbigny que el músculo es oval redondeado, pero este carácter, como ya hemos indicado, no nos parece determinativo, puesto que hemos visto algunas *E. flabellata* que lo muestran de esa forma.

3.º El mismo paleontólogo asegura que la *E. boussingaulti* y la *E. flabellata*, se confunden fácilmente por su forma y ornamentación, y añade, después de señalar algunos caracteres muy imprecisos, que sus relaciones son tan íntimas que él no dudaría en reunir las si no estuvieran separadas por los pisos Aptense y Albense que no las contienen, razonamiento a todas luces falso, pues, de momento, en el Aptense son frecuentes las que se han denominado hasta ahora *E. boussingaulti*.

4.º El borde externo muestra dientes angulosos en la *E. boussingaulti*, de los que está desprovista casi siempre la *E. flabellata*; o dicho de otra manera, ésta muestra ese carácter fisiológico, común con aquélla en algunos casos, por lo que no es tampoco determinativo.

5.º Considera d'Orbigny que el nombre de *flabellata*, aplicado por M. Goldfuss en 1834, se refiere solamente a una simple variedad de dicha especie, luego habrá de otorgarse la paternidad a Goldfuss y no a d'Orbigny y considerar esa variedad como holotipo.

6.º Creemos acertada la idea de d'Orbigny de incorporar la *E. harpa*, Goldf. a la *flabellata*, por considerarla una forma joven de ésta.

7.º En la descripción que hace Coquand de la *E. flabellata* indica algunos caracteres, tomados de d'Orbigny, para diferenciarla de la *E. boussingaulti*, pero no los considera demasiado seguros, sobre todo cuando se trata de aplicarlos a una serie completa y representa en sus figuras, tanto para una como para otra especie, individuos cuya procedencia le es personalmente conocida, de forma que el criterio estratigráfico es, en resumen, para Coquand el único decisivo.

8.º La *E. boussingaulti*, creada para fósiles recogidos en Colombia, difiere según Coquand de la *E. minos*, Coq. por su tamaño más alargado y por la ausencia de costillas sobre la valva superior; pero reconoce que las especies europeas de aquélla, aunque se aproximen más o menos a las americanas, están lejos de poseer todos los caracteres enumerados en la descripción y conducen por transiciones insensibles, a variedades que no recuerdan ya la forma general, e incluso, alguna que se aparta mucho de ella llega a ser completamente lisa.

Se observa inmediatamente que Coquand señala ciertas diferencias en algún caso entre su *E. minos* y la *E. boussingaulti* americana, pero no hace lo mismo con la *E. flabellata*, que según la descripción, sí tiene costillas en la valva superior, y por otra parte dice que, frecuentemente, tanto las costillas de esta valva como las de la inferior, desaparecen casi por completo, de manera que la superficie de ambas llega a ser casi lisa. Por todo ello nuestra opinión de considerar reductibles a la *flabellata*, la *E. boussingaulti* y la *E. minos*, se ve robustecida.

9.º La *E. matheroniana* de d'Orbigny en sus caracteres morfológicos,

según se desprende de la descripción, es también análoga a la *flabellata*, aunque por la forma del músculo y su proximidad al borde interno tiene más afinidad con la especie americana de *boussingaulti*.

10.º Nos parece acertada la opinión de Coquand de considerar como formas de pequeña talla de la *E. boussingaulti*, las especies *E. pellicoi* de Veneuil, frecuente, en España, y la *E. gurgyacensis* de Cotteau.

RESUMEN

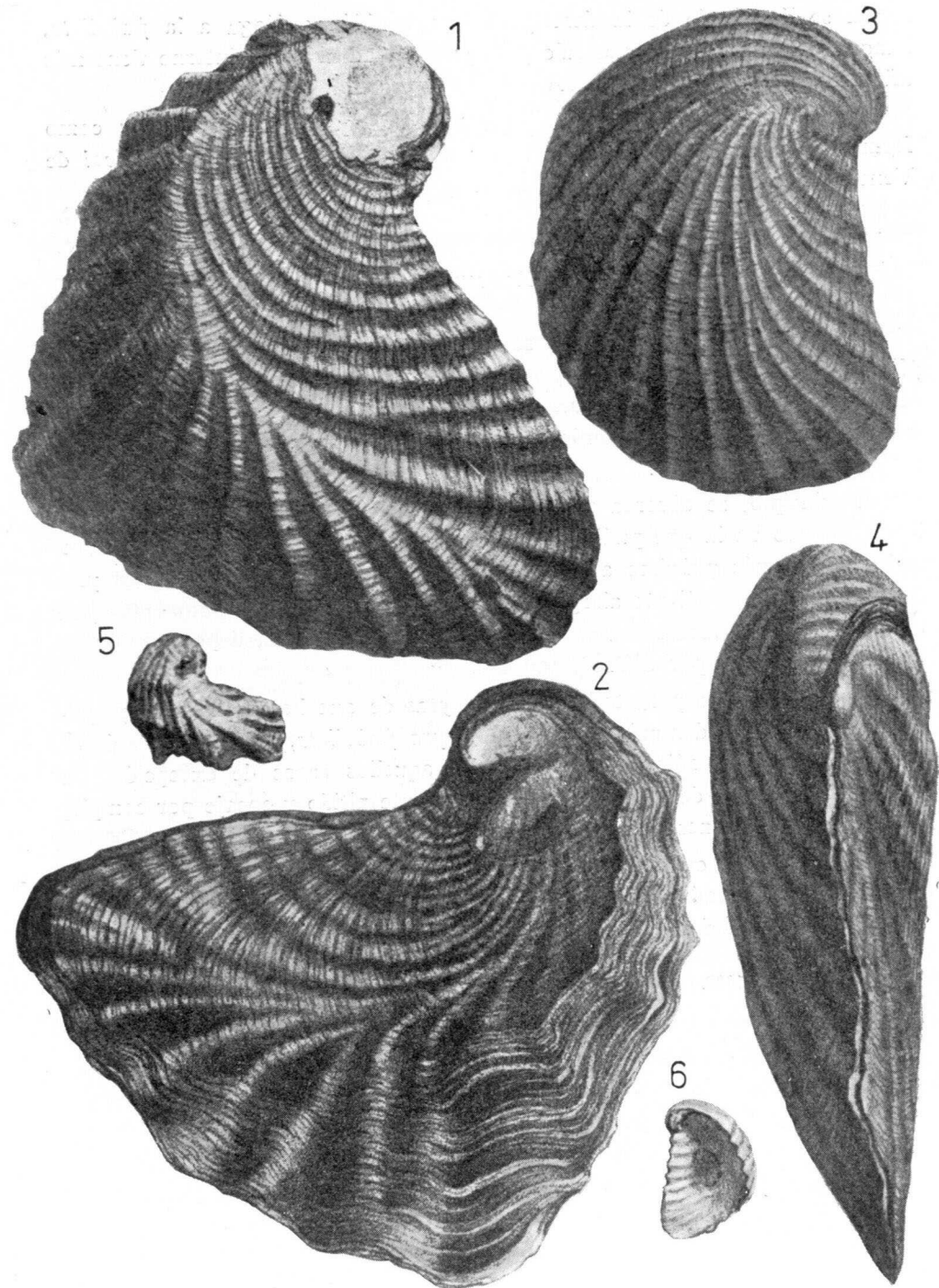
De lo anteriormente expuesto se deduce que para nosotros las *Exogyras plicata*, *boussingaulti*, *pellicoi*, *gurgyacensis*, *harpa*, *minos* y *matheroniana*, son reductibles a la *E. flabellata*, Goldf., pero que en ciertos casos se pueden conservar aquellas denominaciones, no para designar especies, sino variedades de la *flabellata*.

En principio, se observa una emigración del músculo que es próximo al borde interno en la que pudiéramos llamar variedad *boussingaulti* y subcentral, aunque más próximo al borde externo, en la variedad *minos*. La presencia de un fuerte diente alargado en la charnela, cerca del ligamento, justifica una tercera variedad para la que podría respetarse la denominación de *matheroniana* dada por d'Orbigny.

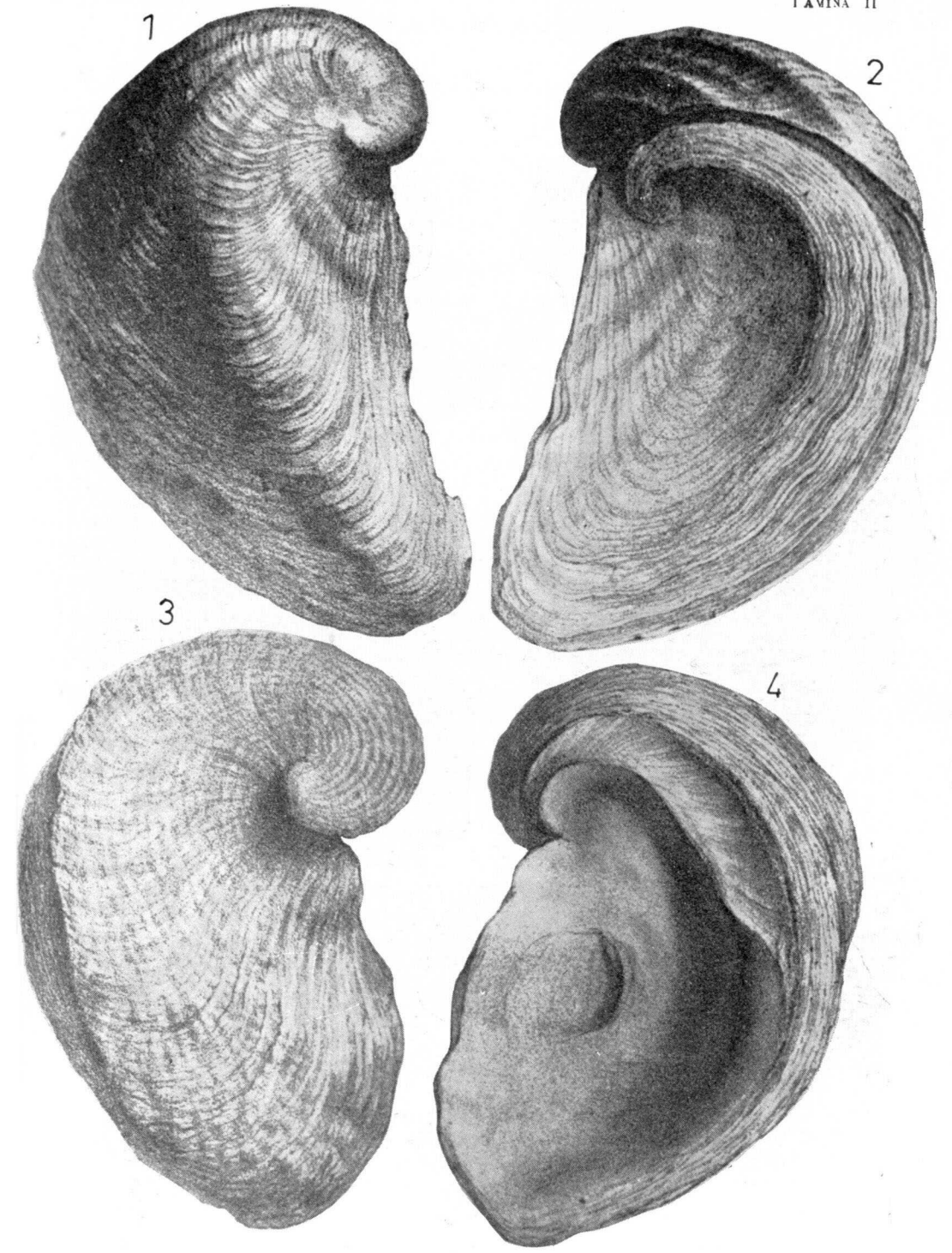
Proponemos pues para todas las *Exogyras* de que hemos hablado y quizá alguna otra, la denominación de *Exogyra flabellata*, Goldf. como única especie, respetando sólo como variedades aquellos casos de excepción, en que el carácter (M) de Cuenot sea perfectamente nítido y encaje por completo en las descripciones de sus autores.

Su distribución estratigráfica será, por tanto, muy amplia, puesto que comprenderá casi todo el Cretáceo, desde el Neocomiense hasta el Campaniense, con un máximo en España en el Aptense y Cenomanense.

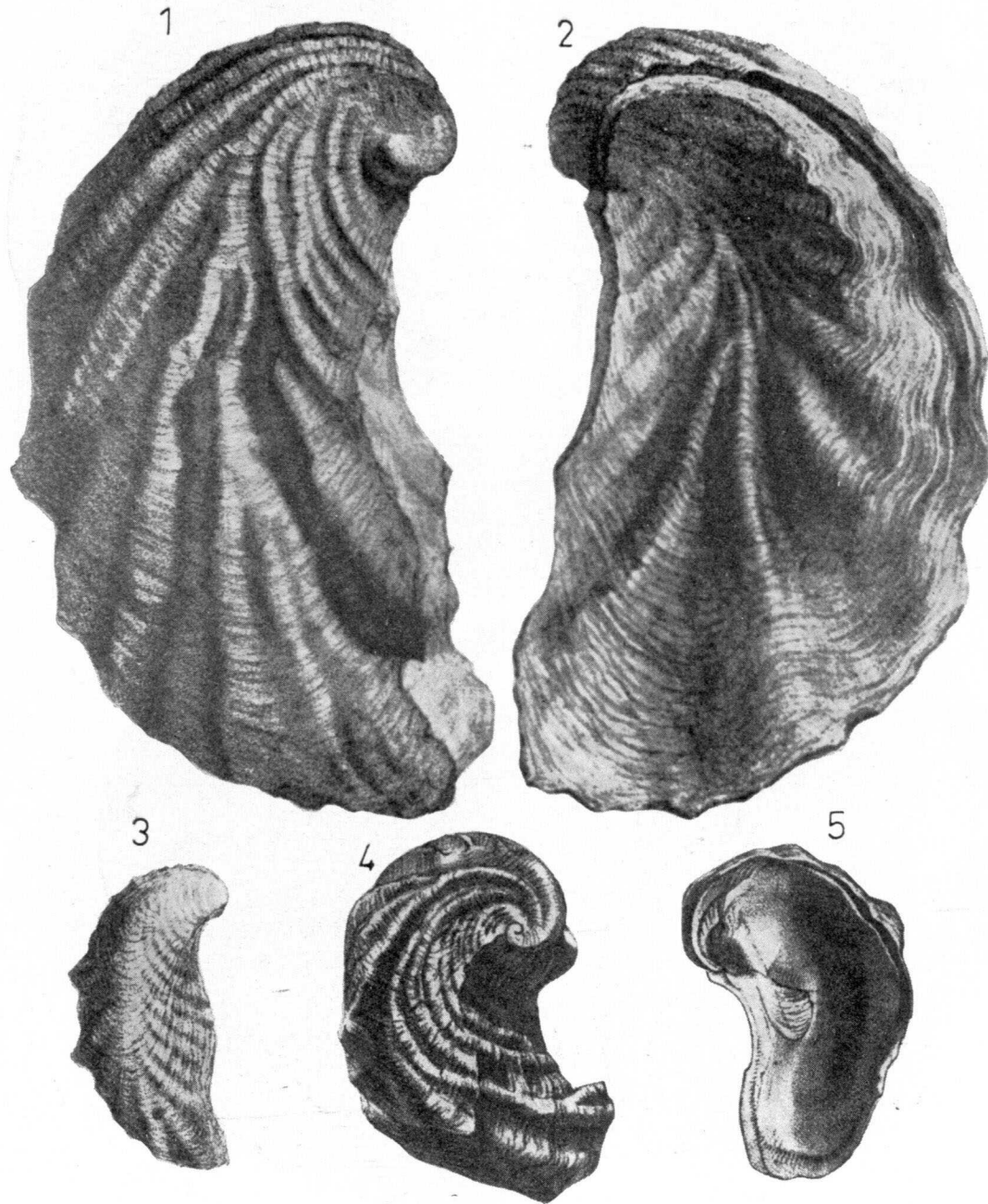
Recibido el 6-IV-1962.



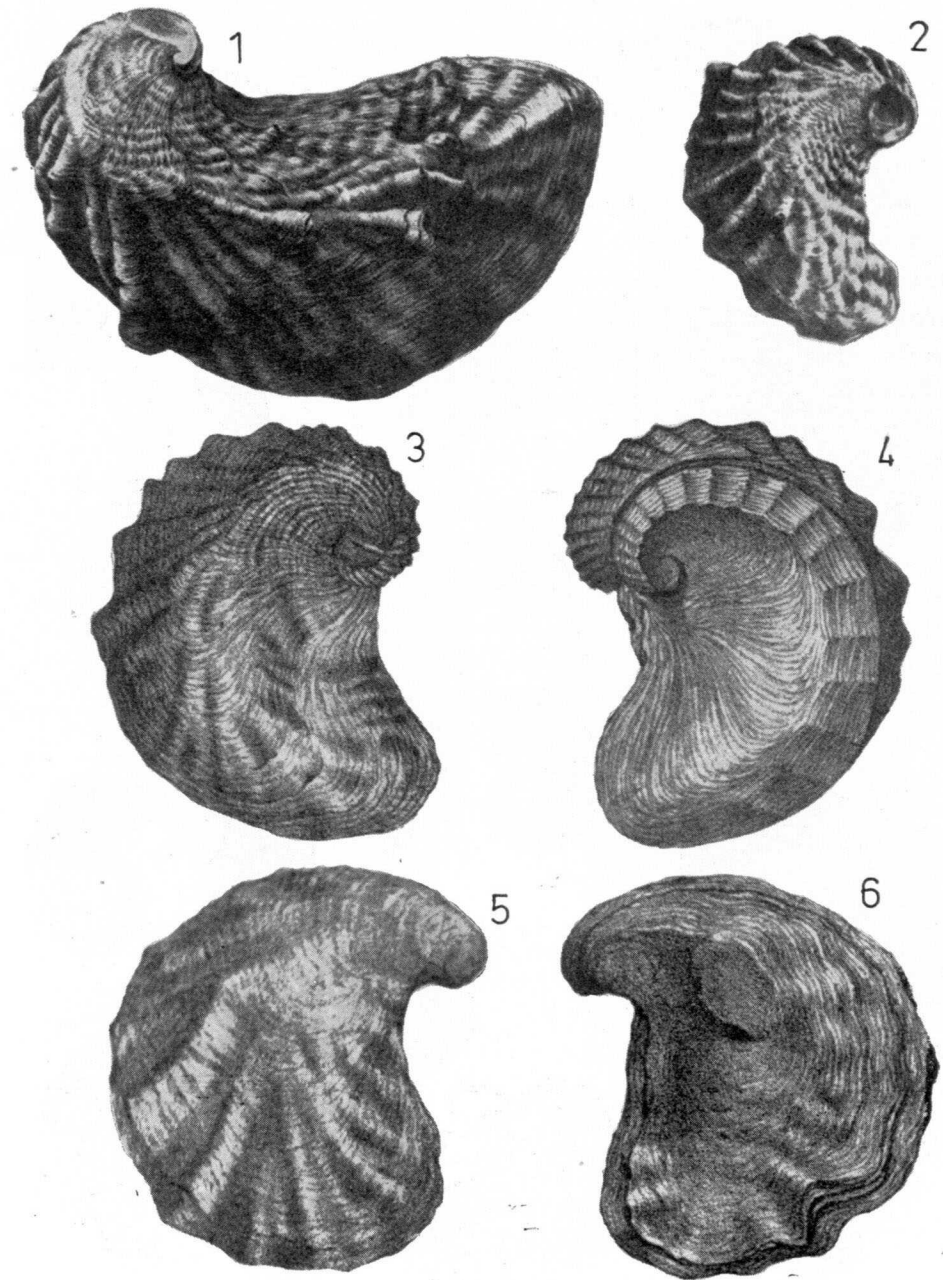
1-6 *Exogyra flabellata*, Goldf. (Según Coquand)



1-2 *Exogyra flabellata*, Goldf. (Según Coquand)
3-4 *Exogyra boussingaulti*, d'Orb. (Según Coquand)

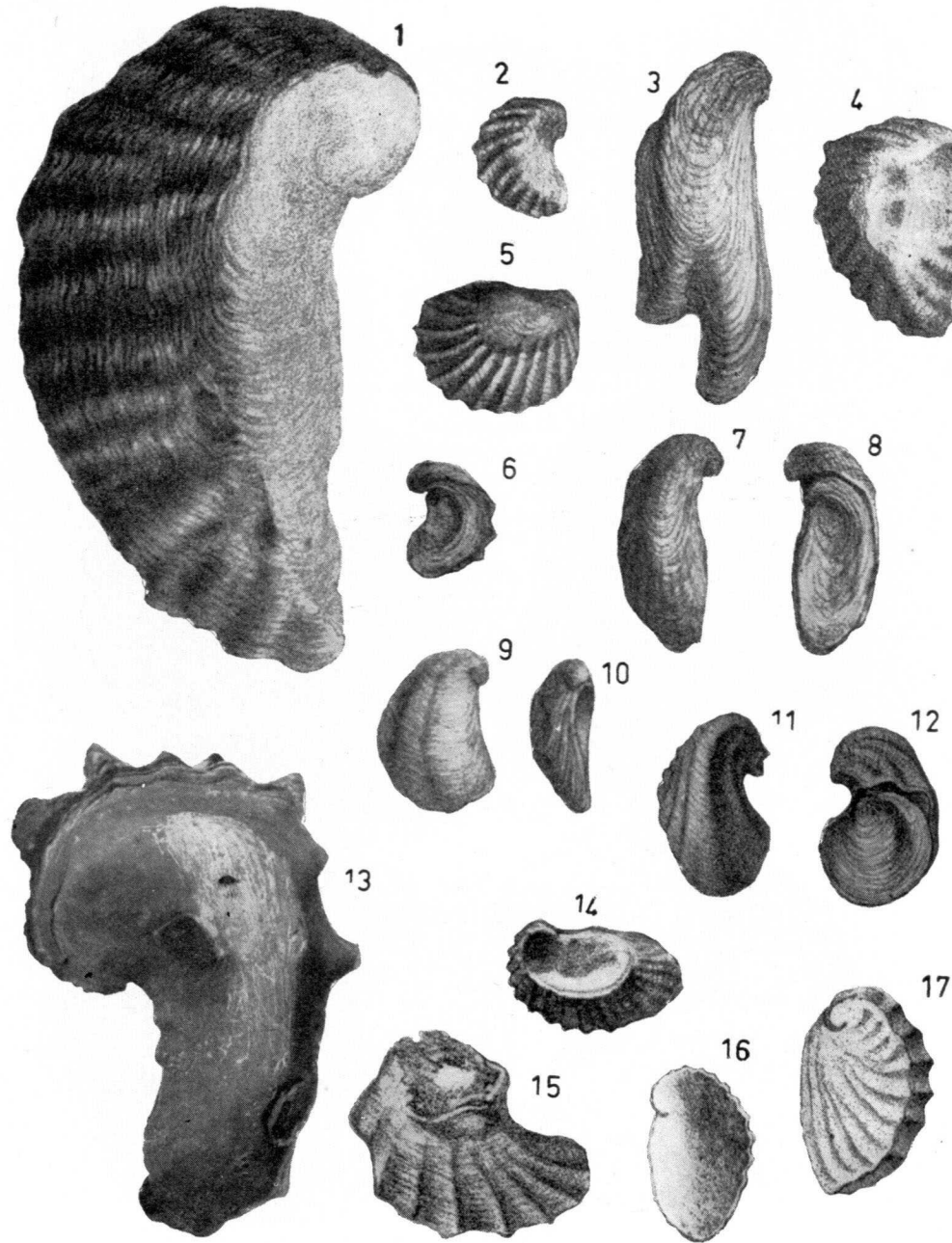


1-2 *Exogyra flabellata*, Goldf. (Según Coquand)
 3 *Exogyra boussingaulti*, d'Orb. (Según Coquand)
 4-5 *Exogyra matheroniana*, d'Orb. (Según Coquand)



1 *Exogyra plicata*, Goldf. (Según Goldfuss)
 2 *Exogyra flabellata* Goldf. (Según Coquand)
 3-4 *Exogyra minos*, Coq. (Según Coquand)
 5-6 *Exogyra boussingaulti*, d'Orb. (Según Coquand)

LÁMINA V



- 1-12 *Exogyra boussingaulti*, d'Orb. (Según Coquand).
 13 *Exogyra flabellata*, Goldf. (Museo del Instituto Geológico)
 14-17 *Exogyra tuberculifera*, Coq. (Según Coquand)

LUIS C. GARCIA DE FIGUEROLA

LAS ROCAS DEL CAMBRICO

II. DE LOS AFLORAMIENTOS DE VILLAR DEL LANTERO-PILOTUERTO
(VALLE DEL NARCEA)

RESUMEN

Se estudian las rocas del Cámbrico que aparecen en el valle del Nárcea entre Villar del Lantero y Pilotuerto. Se trata de subgrauwackas, subarcosas, pelitas arcillosas, diversas calizas dolomitizadas y areniscas ferruginosas. Se le atribuye una edad Georgiense, de acuerdo con otros autores, y por la presencia de granos detríticos de rocas efusivas, las consideramos simultáneas a las descritas en otra nota anterior para el Cabo de Peñas. Se discuten algunos datos sobre la provincia alimentadora.

SUMMARY

The rocks cambrian age, which crop out over wide area in Narcea Valley, between Villar del Lantero and Pilotuerto, was studied. They are (recognised in thin section) subgraywackes, subarkoses, ferruginous sandstones, dolomitized limestones and claystones. This rocks are regarded as Lower Cambrian sediments, and equivalents of the peperitic breccias and related sediments exposed in Cape Peñas, for evidence of volcanic activity. Some mineralogical data about sources are also comented here.

INTRODUCCIÓN

El curso medio del Narcea atraviesa potentes formaciones del Cámbrico entre el kilómetro 9 de la carretera de Cornellana a La Florida y Villar del Lantero. Aguas abajo del primer punto citado, el río se amolda en un buen trecho (hasta Soto de los Infantes) a un sinclinal de cuarcitas armóricas con pistas típicas (fot. 1). Aguas arriba del segundo punto, atraviesa pizarras de carácter pelítico que han sido denominadas «pizarras del Narcea» y se las supone precámbricas (3).

El tramo correspondiente al Cámbrico presenta una gran complejidad tectónica que origina un curso del agua sumamente tortuoso, en contraste

con el trazado casi rectilíneo dentro del Ordoviciense. Uno de los cambios más acusados se encuentra en la desembocadura de su afluente el Gera, en las proximidades de Pilotuerto. El río que corría hacia el Norte cambia bruscamente al Este. Desde Villar del Lantero hasta aquí, el valle está labrado más o menos perpendicular a las rocas sedimentarias, ya que éstas buzan en su conjunto hacia el Norte. Las variedades petrográficas no son muchas. Hemos efectuado, sin embargo, un desmuestre de todos los tipos que prometían contener algunas diferencias, y de ellos describiremos en este trabajo los más característicos.

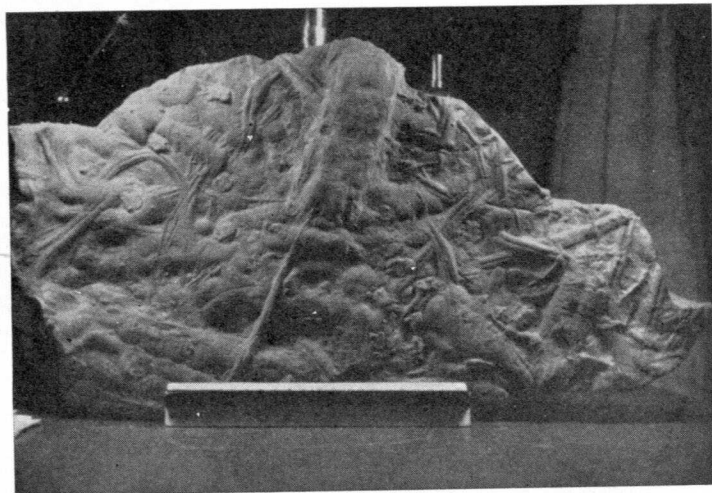


Foto 1.—Ejemplar de pistas en las cuarcitas ordovicienses del valle del Narcea.

ramiento intermedio de las «pizarras del Narcea». El situado más al NW., es decir, aguas arriba, aparece claramente discordante sobre las llamadas «pizarras del Narcea» y ha dado lugar a dos interpretaciones diferentes (2) y (3). El contacto es brusco y tajante (fotos 2 y 3), y para nosotros no hay duda existen fenómenos tectónicos que afectan ambas formaciones, pues aparecen milonitas, procesos de recristalización, filoncillos de cuarzo, etc.

En realidad, se trata de dos tramos del Cámbrico, separados por un afloramiento. Pero esto invalida, si acaso, la superficie de erosión precámbrica en ese punto. No podemos deducir de nuestro estudio si con anterioridad a las rocas de la base del Cámbrico ha habido, o no, otros plegamientos en el ámbito asturiano. Los ejemplares estudiados tienen todos los visos de representar facies marginales, y por su potencia y extensión se prestan bien a una interpretación de un geosinclinal en vías de crecimiento. Como veremos en la descripción de las muestras, los minerales detríticos apuntan hacia la presencia de tierras emergidas relativamente próximas.

Otra cuestión debatida en los trabajos citados es la presencia de tillitas en la base del Cámbrico. Para Lotze existen, y son un evidente signo de un clima frío. Para Llopis y Martínez Alvarez no aparecen en el valle del Narcea formaciones que se puedan considerar como tales. Nosotros no las hemos encontrado en la base del Cámbrico, pero sí hallamos en varios puntos conglomerados que quizás puedan ser de origen glacial quedan fuera del área estudiada aquí.

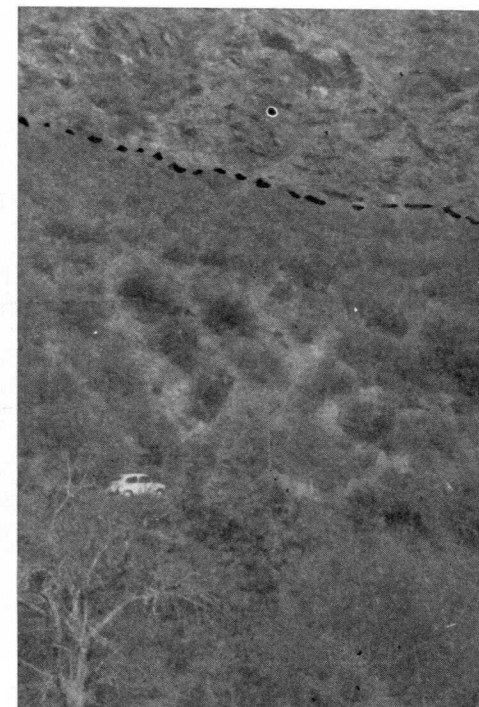


Foto 2.—Contacto entre las «pizarras del Narcea» y las formaciones del Cámbrico. Kilómetro 22,800 de la carretera de La Espina a Ponferrada.

Desde el Km. 21 al 22 de la carretera de La Espina a Ponferrada, el río corre a través de las pizarras del Narcea, si bien su margen derecha es casi tangente a las series cámbricas. A la altura de Villanueva de Sorriba son esas últimas rocas las que dominan en el valle y se continúan hasta más allá de Pilotuerto de forma ininterrumpida.

Así pues, el desmuestre lo hemos efectuado sobre dos segmentos de la misma formación. Las rocas se repiten en ambas partes. El esquema general de abajo a arriba sería: tramo detrítico poco potente, calizas impuras dolomitizadas, calizas recristalizadas, calizas de grano muy fino y dolomitizadas,

areniscas ferruginosas, serie detrítica muy potente, masiva o con intercalación de banquitos de pelitas.

Se hicieron y estudiaron además unas cuantas preparaciones de las «pizarras del Narcea», y los datos obtenidos se resumen aquí como término de contraste.

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Pizarras del Narcea.

De color gris acero a negro pardo, compactas y duras, pasan a tonos algo más claros y una mayor pizarrosidad en las proximidades del Cámbrico de

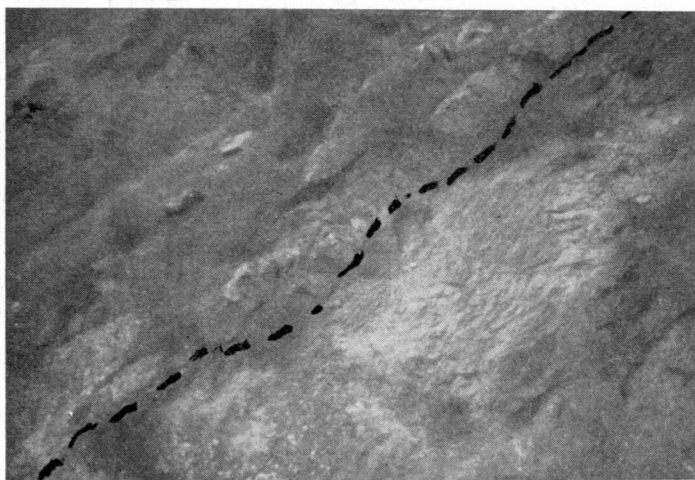


Foto 3.—Detalle del contacto en la ladera N. de Castiello.

Villar del Lantero. Los ejemplares recogidos a 20 metros o menos de este contacto, presentaban tonos rojizos en las superficies antiguas.

Al microscopio aparecen bandas alternantes más o menos claras, debidas a la abundancia relativa de cristalitos cúbicos de pirita, en parte convertidos a óxidos de hierro que pueden haberse movilizado y adoptado disposiciones alargadas en el mismo sentido de la pizarrosidad. El mineral discernible más abundante es el cuarzo, en granos angulosos y mal definidos, que pueden alcanzar hasta 0,3 mm. de longitud, pero sólo en casos excepcionales, pues la mayoría son inferiores a 0,08 mm., con inclusiones sólidas frecuentes o bien formando mosaico de varios cristalitos muy mal definidos entre sí o con los minerales que los envuelven. Generalmente con elongación paralela a la pizarrosidad. Hay también principios de neoformación de filoncillos de cuarzo

por la reunión en forma alargada de un mayor número de sus cristales. La hidromica aparece en laminillas muy finas, pero de una longitud apreciable, curvadas por los granos de cuarzo y desfleçadas en los extremos. Los minerales arcillosos son muy abundantes y no identificables por los métodos ópticos corrientes.

Las proporciones de cuarzo a minerales arcillosos varía bastante de unas preparaciones a otras, y lo mismo ocurre con los opacos. En puntos ya más alejados del contacto, encontramos turmalina en agrupaciones de contornos irregulares o en cristalitos muy pequeños y euhedrales. Es interesante el

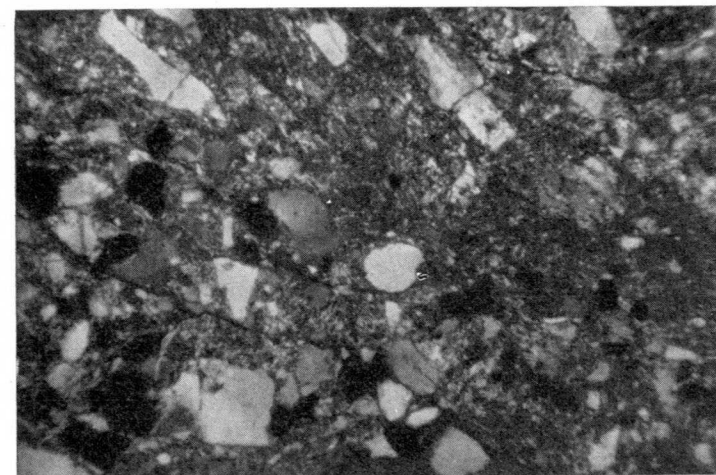


Foto 4.—Aspecto general de la milonita junto al contacto Precámbrico-Cámbrico de Villar del Lantero. N +, 34 D.

hecho de que desaparezca la micropizarrosidad y en su lugar se presenten gran número de microplegues bien marcados por las laminillas de sericita y la elongación del cuarzo. Sólo algunos cristales de este último mineral aparecen renegantes y son generalmente los de mayor tamaño. En una de estas preparaciones (ya en el puente del Infierno) existen pequeños cristalitos de plagioclasas y quizás otros de feldespato potásico. No se puede determinar si son autógenos o no. La turmalina, por el contrario, es claramente autógena.

Consideramos la mayor parte del cuarzo encontrado como autógeno; sólo algunos (los mayores) pueden tomarse como alotígenos. No hay signos de metasomatismo, y los filoncillos incipientes como originados por la propia sílice de los sedimentos. Es una secuencia arcilloso-pelítica, cuya diagenesis pasa insensiblemente a un metamorfismo de bajo grado, según nos separamos del contacto Precámbrico-Cámbrico.

Rocas del Cámbrico.

Milonita.—Margen izquierda del río. En el Km. 22,800 de la carretera de La Espina a Ponferrada. A 5 m. del contacto.

Amarillenta con un punteado rojizo. De grano fino que no permite distinguir los componentes a simple vista, áspera y porosa por la alteración de algún mineral. Tiene bastante cantidad de limonitas formando líneas sinuosas o zonas granugientas con huecos muy irregulares hacia el centro de estas zonas. El resto está constituido casi en su totalidad por cuarzo que aparece en cristales muy angulosos y a veces envueltos por los óxidos de Fe. En muchos casos cada elemento aparece como un único individuo al observarlo con luz natural, pero se descompone en grupos de cristalitos muy irregulares e interpenetrados cuando se estudian con los nicoles (foto 4). También es frecuente la sericita mezclada con minerales arcillosos, así como algo de turmalina rota y deshecha.

Está claro que la roca ha sufrido una recristalización posterior a un proceso dinámico. Ha sido el cuarzo el único que ha recristalizado, y como es frecuente en estos casos, aparece con inclusiones y extinción ondulante. El Fe quizás proceda de granos de rocas efusivas félicas que simultáneamente dieron lugar a los minerales arcillosos y la sericita. Posteriormente, los óxidos de hierro adquirirían en parte la disposición de filoncillos alargados según líneas de menor presión.

También es probable que proceda de una arenisca ferruginosa, pero la presencia de huecos más parece indicar un mineral o grano inestable frente a las condiciones dinámicas.

Calizas cuarcíferas dolomitizadas.—Km. 22,700 de la carretera citada antes, puente de Arganeina, ladera norte de Castiello.

Dura, compacta, listada con bandas de algunos centímetros de potencia de color gris verdoso, intercaladas entre otras de tonos más oscuros. Al microscopio también se puede distinguir otro bandeo más fino e irregular debido a distintas proporciones mineralógicas y al tamaño de los elementos. Se encuentran minerales arcillosos, sericita, calcita (u otros carbonatos), cuarzo, turmalina y puntitos opacos.

Las bandas de minerales mayores tienden a aparecer paralelas a la estratificación. Los componentes dominantes son los carbonatos y el cuarzo. Los primeros de aspecto granugiento, llegan a ocupar el 50 % del volumen de estas bandas. El cuarzo es detrítico, subredondeado, sin apenas fenómenos de recristalización en sus bordes. En una de las preparaciones encontramos varios cristalitos claramente de microclina, otros de moscovita y uno o dos de circón. Ocasionalmente la roca se hace más rica en carbonatos, que aparecen en placas de mayor tamaño.

La proporción de MgO/CaO determinada químicamente sobre las muestras del Km. 22,700 es igual a 0,91: es decir, prácticamente la composición de una dolomita.

Calizas impuras dolomitizadas.—Margen derecha del río, aguas abajo de Teixeira. Gris acero, muy compacta y de grano extraordinariamente fino, equigranular. El tamaño alcanza los 0,08 mm. Los granos son de contornos muy irregulares en contacto los unos con los otros, formando mosaico que en un 95 % es de carbonato y el resto de cuarzo, tanto detrítico como autógeno. El último es idiomórfico y con inclusiones; el detrítico, angular o

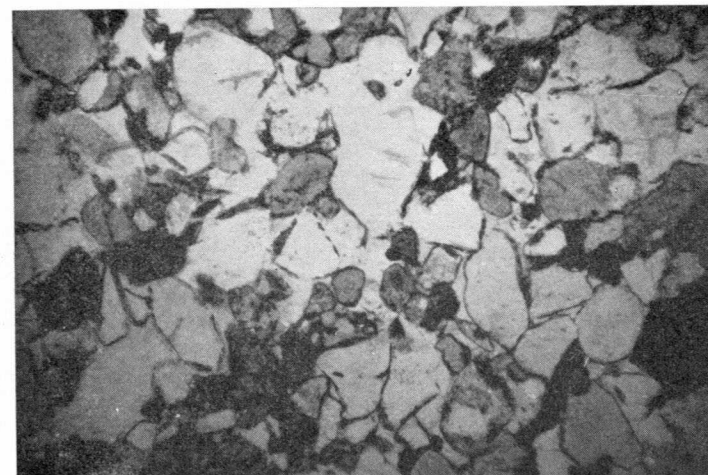


Foto 5.—Granos de cuarzo, pegmatitas y granófidis envueltos en finas películas de óxidos de Fe.—L N. 34 D.

subangular. Hay también algo de plagioclasas y algunos de feldespato potásico relativamente fresco. Aparecen laminillas de sericita.

Localmente se originan concentraciones de cuarzo, o mejor dicho, disminuye la cantidad del carbonato, y entonces suelen aparecer agujas de hidromica desordenadas y un mineral opaco que identificamos como pirita por sus propiedades en luz reflejada. También se encuentran con relativa frecuencia cristalitos de turmalina.

Las determinaciones químicas nos dan:

$$\text{MgO/CaO} = 0,78$$

Calizas de grano grueso.—Margen derecha del Narcea, aguas abajo de Teixeira, concordante y encima de la anterior.

Cristales grandes en mosaico, hasta de 2 mm. A veces incluyen manchas circulares de óxidos de Fe que pasan de unos cristales a otros. No hay

ningún indicio para considerarlos como restos fósiles u oolitos primitivos. Aparte de estos componentes, sólo aparecen cristales euhedrales de cuarzo de hasta 0,4 mm. de longitud, que pueden estar incluidos dentro de un sólo individuo de carbonato. A su vez contienen gran número de inclusiones situadas en grupos generalmente marginales. La mayoría, y por su birrefringencia, son de carbonatos, pero las hay también líquidas y opacas.

Es claro que el cuarzo es autógeno, pero que posteriormente a su génesis ha habido un proceso de recristalización del carbonato.

Al efectuar el análisis químico de los carbonatos encontramos que una parte de él contiene hierro bivalente y la proporción de su óxido al calcio es de 0,13. Por otra parte, tenemos:

$$\text{MgO/CaO} = 0,62$$

Areniscas ferruginosas.—Presca de la Florida, margen derecha del Narcea. Aparecen encima de las dos muestras anteriores.

De color rojo chocolate, áspera y algo granugienta. Muy equigranular, de granos bien trabajados y buena clasificación en cuanto a tamaños y esfericidad (fot. 5). El cemento es pelicular; de óxidos de hierro.

La composición mineralógica es un poco variada. Los granos de mayor tamaño y menos redondeados son los de cuarzo, que pueden presentar un crecimiento marginal posterior a la deposición de la película que los envuelve de forma más o menos continua. Su tamaño varía de 0,5 a 0,03 mm. Hay algunos que son de mosaico procedente de areniscas, cuarcitas o granófidos. En general, con pocas inclusiones y poca extinción ondulante.

Otros son de pegmatitas, bien redondeados y enmarcados por el cemento pelicular. A veces, sólo se puede distinguir el cuarzo de la pegmatita, ya que el resto de grano se ha convertido en una masa opaca con agujas de sericita, que procede sin duda alguna del feldespato potásico que incluía al cuarzo.

También se encuentra microclina fresca y subredondeada, turmalina autógena bien conservada y algo de circón. No se evidencia un aporte de rocas efusivas básicas, pero sí de granófidos u otras formaciones capaces de dar estructuras micropegmatíticas.

Subgrauwackas.—Del Km. 20 de la carretera de La Espina a Ponferrada.

Compacta, dura, gris, con puntos rojizos, y algo porosa por descomposición de un componente, que es al mismo tiempo el que origina los puntos rojizos. El cuarzo es el elemento más abundante y alcanza el 70 ó 75 % en volumen. Su tamaño llega a ser de 0,9 mm., con tendencia equigranular pero de contornos irregulares con frecuentes inclusiones. Existe algo de cemento ferruginoso, o bien de mezclas de arcillas y sericita con tendencia

intermedia entre pelicular y basal. No hay ordenación paralela de los elementos. Aparecen huecos, en parte rellenos por limonitas (foto 6).

Los granos de rocas básicas son subredondeados o angulosos, constituidos por material opaco que hacen dibujos fluidales y vitroclásticos entre los que quedan un material amorfo o pequeños puntitos anisótropos no reconocibles. A veces estos granos están fuertemente teñidos de rojo, de donde deducimos que los huecos citados antes son puntos donde había granos efusivos que se han alterado. No aparece nada de turmalina, calcita o feldespatos.

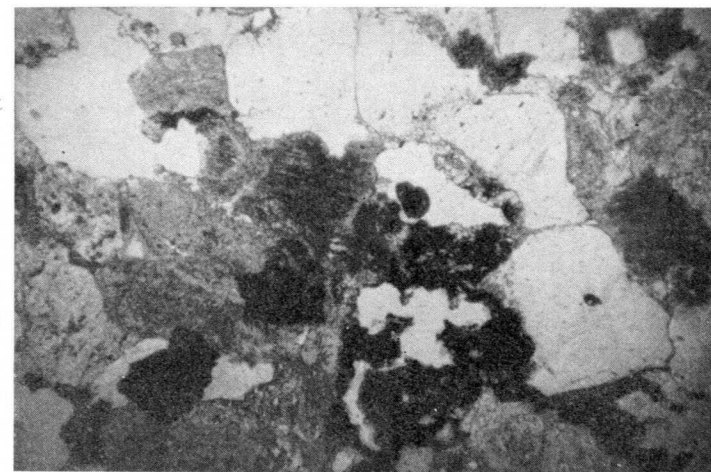


Foto 6.—Subgrauwacka del kilómetro 20. Granos de cuarzo y de roca básica muy alterados. En el centro dos huecos están tapizados y rellenos en parte por óxidos de Fe. L. N. 34 D.

Microconglomerados.—Margen izquierda del Narcea, poco antes del Km. 20 de la carretera de La Espina a Ponferrada.

Compacta, masiva, de color gris-pardo o amarillenta, con granos discernibles a simple vista. De vez en cuando presenta finos lechos, de 22 mm., de tonos verdes constituidos por elementos arcillosos. En algunos puntos aparece porosa por alteración de algún elemento y relleno de material arcilloso o ferruginoso. Sin cemento o con muy poco, de carácter pelicular. Los granos de cuarzo son equigranulares o alargados, pero sin orientación definida. Los tamaños mayores son excepcionales; los más abundantes están comprendidos entre 0,3 y 0,4 mm. Los hay aún algo menores, pero es probable que no se trate de granos detríticos. Incluyen muchos elementos puntiformes y agujas de rutilo, y en dos o tres casos cristallitos de turmalina. Casi todos están constituidos por un solo cristal, y cuando más por dos o tres. Es muy frecuente la extinción ondulante; por veces, en abanico como los nódulos de desvitrificación que se encuentran en los granófidos y rocas similares (foto 7).

Aparecen algunos que suponemos de feldespatos, de tamaños parecidos a los de cuarzo y convertidos en una masa de caolín, o de caolín más sericita. igualmente hay masas isotropas o casi isotropas, constituídas por arcillas que se tiñen de rojo por óxidos de hierro. No se le suele ver ningún tipo de estructura, o con formas colofórmicas debido a la disposición de los más opacos. Los considerados de rocas básicas efusivas y alterados. Alcanzan tamaños de 2,8 mm. y en general están bien redondeados. Los que presentan formas colofórmicas son muy irregulares y se amoldan a los otros; quizás sean también de origen efusivo, pero depositados a partir de cenizas o lapillis.

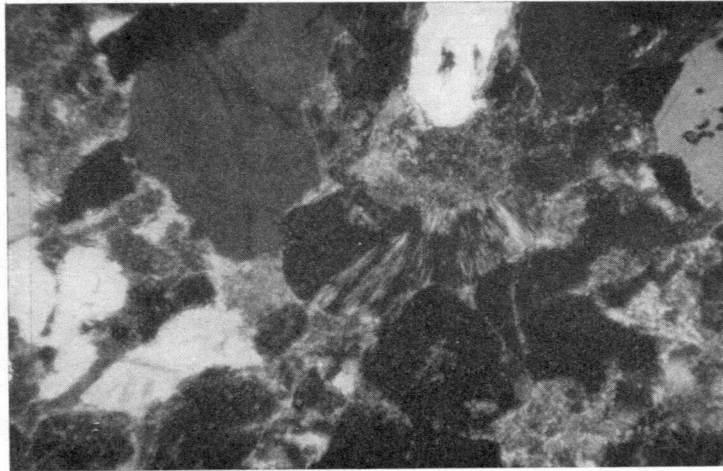


Foto 7.—Microconglomerado. Cristal de cuarzo con extinción en abanico. Las masas granugientas son de caolín, o de caolín más sericita. N +, 34 D.

Los lechos finos de material arcilloso aparecen con estructura fluidal y son sinuosos entre los detríticos. Pueden representar un depósito eólico de cenizas. La tendencia general es a contener más óxidos hacia los bordes, mientras que en el centro se pueden distinguir algunos cristallitos de cuarzo mezclado con sericita, ambos alargados en el mismo sentido de la formación (fot. 8).

En otros ejemplares el grano es algo más fino, más equigranular y redondeado. La proporción de cuarzo crece y no se presentan las bandas de material arcilloso, pero los granos de rocas efusivas presentan características más acusadas, lo que permite efectuar una distinción entre ellos:

- a) Muy redondeados, criptocristalinos, pardos, probablemente con mucho caolín y envueltos por una película de óxidos de Fe.
- b) Subredondeados, granugientos. Con mucho aumento aparecen con estruc-

tura de tendencia acicular, debido a la presencia de finas agujas de sericita.

- c) Mal redondeados, opacos o casi opacos, por la gran cantidad de magnetita en cristallitos que tienden a ordenarse en filas, dejando espacios en los que se ha originado algo de cuarzo de neoformación.

Subarcosas.—En ambas márgenes del río, entre la presa de la Florida y el Gera. Compacta, muy dura, de color gris ceniza o amarillenta, áspera. Los granos son bastante homogéneos en cuanto a tamaños. En algunos



Foto 8.—Pequeña banda de estructura fluidal en el microconglomerado del kilómetro 20. Arriba y en el centro un cristal de ortosa alterado a clorita por los bordes y según algunas fisuras.—L N. 34 D.

ejemplares aparece un cemento basal constituido por cloritas, sericita y arcillas y en ellos el tamaño de los componentes disminuye algo. En otros el cemento es muy escaso, quedando reducido a finas hiladas sericítico-cloríticas entre los granos, e incluso desaparece casi del todo, entrando los elementos detríticos en contacto íntimo.

Como detríticos encontramos cuarzo, feldespato potásico, clorita y moscovita. El primero es el elemento más abundante, aunque irregularmente repartido; llega por término medio a un 75 % del volumen de las rocas estudiadas. Equigranular, anguloso, con bordes definidos o con signos evidentes de removilización marginal en pequeña escala. Es frecuente su extinción ondulante. El tamaño está comprendido entre 0,6 y 0,08 mm. Hay en algunas preparaciones granos en mosaico muy bien redondeados, y algunos con extinción en abanico que quizás procedan de los granofidos.

Los de feldespato potásico (fot. 9) son de dos tipos. De ortosa en tamaños

similares al cuarzo, pero mejor redondeados y muy alterados a caolín y cloritas. En algunos mejor conservados, la clorita sigue planos de penetración que corresponden a un sistema paralelo a (001). Este fenómeno es interesante y lo atribuimos a un proceso simultáneo o posterior a la deposición, pues si no, los cristales primitivos de ortosa se habrían roto principalmente por esos planos: extremo que no se evidencia. Además, en algunos casos la clorita envuelve parcial y totalmente el grano de ortosa. Es aquí donde hemos podido determinar algunas características de la clorita y la consideramos como chamosita; es decir, una pseudoclorita autógena propia de depósitos de geosinclinal (4). Aparte y como ya hemos dicho, hay clorita

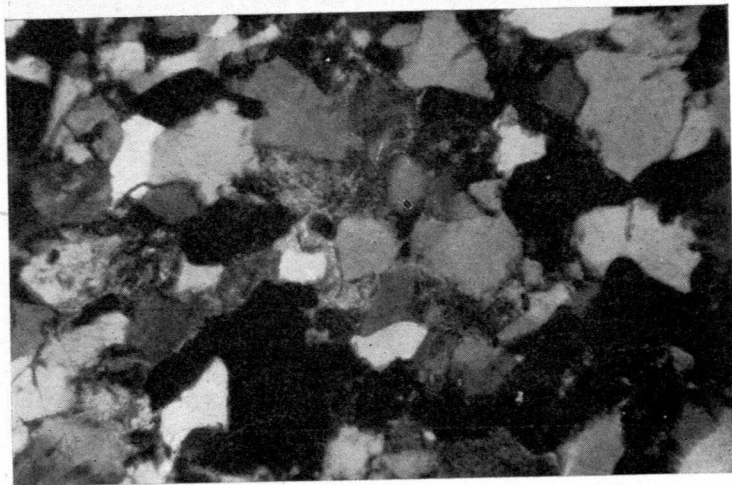


Foto 9.—Aspecto general de la subarcosa.—Ortosa muy alterada y cuarzo. Hacia la izquierda y abajo un cristal muy pequeño de microclina. N. 34 D. (Fotos G. de Figuerola y Prado).

en el cemento que es de carácter acicular y debe de proceder de un mineral fémico, ya que presenta signos de halos pleocroicos antiguos.

En proporción parecida a la de la ortosa se encuentra la microclina, peor trabajada que aquélla, pero más fresca y con menos asociaciones con la clorita. No aparecen plagioclasas ni turmalina, pero sí algunos cristalitos de apatito alotígeno, que puede proceder de inclusiones en el fémico que originó la clorita del cemento. Hay un autógeno pequeño, opaco, que con luz reflejada parece ser pirita.

Pelitas arcillosas.—Junto a los microconglomerados del Km. 20.

Gris-verdosa a gris-amarillenta, compacta o con tendencia pizarrosa poco manifiesta. En cortes perpendiculares a la débil pizarrosidad se ponen de manifiesto bandas de distintas coloraciones, entre las dos indicadas antes, que forman un ángulo de unos 30° con los planos de pizarrosidad. Contiene cuarzo en

granos más dispersos en las bandas verdosas y más concentrados en las otras. Son equidimensionales, angulosos o subangulosos, de tamaños inferiores a 0,08 mm.; es difícil de discernir si son autógenos o alotígenos. Minerales arcillosos en fino agregado que constituye el cemento. Únicamente se distinguen algunas pajuelas alargadas de hidromica y granos de óxidos de hierro que en su mayoría están hidratados y se agrupan en bandas paralelas a la pizarrosidad. De donde se deduce que son secundarios y lo más probable es que procedan de los minerales autógenos opacos que aparecen sobre todo en las partes más ricas en cuarzo. También hay algo de turmalina y no se observa ningún feldespato.

Muy parecida a esta roca es la existente bajo los tramos de calizas de Teixeira, con bandas también claras y oscuras, las primas contienen el 35 al 43 % de su volumen ocupado por el cuarzo equidimensional y subanguloso que alcanza hasta 0,16 mm. de diámetro, con pocos signos de recristalización o extinción ondulante. Entre la masa cristocristalina de los minerales arcillosos aparecen pajuelas de sericita, circones, magnetita u oligisto y clorita. Esta última pleocroica y granugienta, forma a modo de esferulitos como si procediera de la alteración *in situ* de un mineral detrítico. En este caso debiéramos de pensar en pequeños granos de feldespato potásico, ya que en rocas anteriores se observaba el mismo fenómeno de forma clara.

Pelita arcillosa.—Banquitos intercalados en la serie de subarcosas de Piluerto y el Gera.

Blanda, hojosa, de tonos rojo-castaño, presenta un bandeado de coloración algo más clara que le da un aspecto de listada de forma paralela a la pizarrosidad. Esta distinción se debe a la presencia de óxidos hidratados de hierro, menos abundantes en las bandas más claras. También en estas últimas el tamaño de los detríticos es mayor.

Los óxidos citados forman agrupaciones opacas, alargadas o filiformes muy abundantes, que sólo en los extremos son algo transparentes. En general debe de ser oligisto en vías de hidratación. Sólo en unos cuantos aparecen puntitos metálicos con brillo gris de estaño, que pueden ser de pirita.

El resto de los minerales son sericita y cuarzo. El primero en agujas muchas veces renegantes con la dirección general. Su tamaño mayor es de 0,2 mm. por 0,01 de grosor. También aparece en agregados granugientos, como si se tratara de la alteración de un mineral detrítico y bien redondeado.

El cuarzo es poco abundante en las partes más rojizas. Es en parte claramente detrítico, con contornos angulosos o subangulosos y tamaños de 0,06 mm. En otros casos sus bordes son muy difusos e interpenetrados por la sericita y es probable procedan de la alteración y sericitización de restos de feldespatos que originaría silice coloidal libre.

En las bandas más claras hay cemento arcilloso basal. El mineral detrítico

más abundante es el cuarzo, con tendencia alargada, sin dirección fija, y tamaños de hasta 1,0 mm., subredondeados en su mayoría y con bordes precisos e incluso definidos, porque puede existir una fina película de óxidos que los envuelve. La extinción ondulante no existe o está poco marcada. También encontramos cuarzos de menor tamaño y junto a ellos algunos de feldespato potásico mejor redondeados. La proporción de cuarzo-feldespato puede llegar en algunas preparaciones a 3/2. Son de microclina y de ortosa. Y esto nos induce a pensar que la provincia alimentadora tenía características mineralógicas similares para estas pelitas arcillosas que para las subarcosas estudiadas antes.

CONCLUSIONES

La composición mineralógica en las rocas estudiadas no es muy variada y presenta un claro dominio cuarcífero en cuanto a minerales detríticos. En el cuadro siguiente se puede observar la composición detrítica. Solamente

	Subgrauwackas	Microconglomerados	Subarcosas	Pelitas arcillosas	Arenisca ferruginosa	Calizas cuarcíferas dolomitizadas	Caliza dolomitizada
Cuarzo	■	■	■	■	■	■	■
Ortosa		■	■	■			■
Microclina			■	■	■	■	
Plagioclasas							■
R. Efusivas	■	■					
Granófiidos		■	?		■		
Areniscas			■		■		
Biotita			■				
Turmalina				■	■	■	■
Circón				■	■	■	

un tipo de calizas se ve exento del cuarzo detrítico, si bien contiene cristales autígenos que indican la presencia de sílice coloidal en el medio de deposición. Ya hemos indicado que en otras rocas también hay movilidad de la sílice, puesto que aparecen fenómenos de crecimiento de los granos. Si se tratara de una cuenca de sedimentación cerrada, podríamos admitir una destrucción meteorítica de minerales silicatados diferentes del cuarzo (principalmente feldespatos), capaz de proporcionar sílice coloidal, fenómeno más propio de climas cálidos y húmedos. Pero como no hay evidencias sobre el tipo de cuenca, el SiO_2 puede proceder de zonas alejadas e independientes.

A pesar de la abundancia del cuarzo no hemos encontrado rocas constituidas exclusivamente por este mineral. La diferencia entre estas «cuarcitas» y las del Ordoviciense, relativamente próximas, es a este respecto tajante. Y estudiándolas bajo el microscopio no ofrecen lugar a confusión. Quizás se deba precisamente a esta abundancia de minerales no cuarcíferos el hecho de que se presenten con bajo signo de recristalización: muy inferior al de las cuarcitas armorianas.

Los otros componentes alotígenos más frecuentes son el feldespato potásico y los restos de rocas básicas. El primero aparece en el tramo más potente de las formaciones estudiadas aquí, y como se trata de la ortosa y de la microclina, hemos de admitir que la provincia alimentadora era poligénica en el sentido de haberse originado a distintas temperaturas. Bien es verdad que algunas rocas plutónicas presentan ambos minerales, pero en ellas se han producido procesos petrogenéticos en dos períodos diferentes, lo que viene a representar lo mismo que si se tratara de formaciones distintas.

La existencia o no de un antecedente plutónico fue comentado en otro trabajo (1), en el sentido de que no se disponían de datos en pro o en contra. Ahora la incógnita continúa, pero la presencia de bastante feldespato potásico no pegmatizado, indica más bien la existencia de plutones o rocas de alto metamorfismo. La clorita en pajuelas con restos de halos pleocroicos ayuda a la misma interpretación. Las plagioclasas son por el contrario poco abundantes. Y o bien no existían, o eran inestables frente a los agentes erosivos. En este segundo caso serían más bien plagioclasas básicas.

Los restos efusivos no se pueden estudiar en detalle, pero admitimos proceden de un magma básico, pues si fuese ácido, en los procesos de alteración se hubiera conservado el cuarzo, o aparecería en los fenómenos de desvitrificación. Dado que no aparecen cristales dentro de ellos, podemos suponer se trata de un vidrio volcánico o mejor aún, de depósitos de cenizas y lapilli, bien directamente sobre nuestras rocas, o por erosión de formaciones más antiguas pero de ese origen. Por lo que hemos dicho en la descripción de los ejemplares, nos inclinamos más para la deposición directa.

Se puede interpretar esta serie, o cuando menos parte de ella, simultánea a la del Cabo de Peñas (1) y en consecuencia atribuirle a esta última (serie

de los peperinos y rocas más básicas) una edad Georgiense, que es la dada a las rocas que estudiamos en esta nota (3).

Los granos efusivos aparecen claramente en las subgrauwackas del Km. 20, ligadas a los microconglomerados, y por otra parte en el contacto Precámbrico-Cámbrico, la milonita descrita presenta huecos ocupados por material arcilloso similares a los existentes en la subgrauwacka. Puede tratarse del mismo tramo y entonces falta el microconglomerado en Castiello.

La presencia de restos de granofidos es clara, aunque no tan espectacular como en las muestras de Cabo de Peñas. Lo mismo ocurre con los granos de areniscas, pero entre ambas nos dan idea de que la provincia alimentadora tenía composiciones petrográficas bastante similares en ambos casos.

Los minerales autógenos que encontramos son eminentemente óxidos de Fe, carbonatos, sericita y cloritas. Los carbonatos son en parte dolomitas y parece deducirse que la cantidad de Mg es mayor en las muestras que contienen más proporción de insolubles, al mismo tiempo que son los tramos más inferiores de la serie de los carbonatos. Está claro que el proceso de dolomitización no es favorecido por el de recristalización, ya que las rocas que presentan mayores cristales y más idiomórficos (y engloban el cuarzo) son las más pobres en Mg. Bien pudiera suceder que la presencia de Mg impida la recristalización, en cuyo caso la introducción del magnesio sería anterior a la formación de los grandes cristales.

La secuencia de detríticas-carbonatadas-detríticas parece normal en un proceso de hundimiento del medio de deposición con un nuevo resurgimiento. No podemos decir lo mismo en cuanto a la alternancia pelitas-subarcosas que aparece repetidamente y le da al conjunto un aire de flysch. Quizás debiéramos de pensar que se ha formado por otras causas, puesto que el flysch es propio de la iniciación de movimientos tectónicos y aquí nos encontramos en una fase de geosinclinal en crecimiento.

*Laboratorio de Petrología
(Universidad de Oviedo)*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C.: *Las rocas del Cámbrico. I. De los afloramientos del Cabo de Peñas*. «Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España», núm. 63 (1961).
- (2) LLOPIS LLADÓ, X. y MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: *Bibliografía crítica*. «Breve Geol. Ast.», año V, núm. 1-2 (1961).
- (3) LOTZE, F.: *El Precámbrico en España*. «Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España», núm. 60 (1960). (Vers. española de G. de Llarena).
- (4) STRAKHOV, N. M.: *Méthodes d'étude des Roches Sédimentaires*. Moscú 1957. (Traducción francesa de A. du S. I. G.).

Recibido 16-IV-1962.

EMILIO FERNANDEZ GONZALEZ

SERVICIO PLUVIOMETRICO EN EL AÑO AGRICOLA 1960-61 DE LA DELEGACION DE LAS PALMAS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

El descenso de las lluvias en la isla de Gran Canaria, iniciado en el año anterior, se acentuó en el presente, y por los datos recogidos en los meses transcurridos en el principio del año agrícola 1961-62, continúa en mayores proporciones, haciéndose ya alarmante.

Examinando el mapa que acompañamos, en que se han representado las isoyetas anuales, vemos que en los cuadrantes Sur y Suroeste, han sido tan pobres, que su media queda por debajo de los cincuenta litros por metro cuadrado, cantidad tan insignificante que por haberse precipitado durante varios días y tratarse de una zona siempre despejada y con temperaturas elevadas, podemos decir que ha pasado casi en su totalidad a la evaporación, sin aprovechamiento alguno para la agricultura, ni para alimentar las aguas subterráneas.

Por ello, todos los cultivos establecidos en esta gran zona de la isla están supeditados a los riegos con aguas procedentes de pozos, galerías y embalses bastantes distantes, conduciéndose por extensas y costosas redes de tuberías y canales. Pese a que el resto de las condiciones climatológicas y calidad del terreno reúne circunstancias óptimas para conseguir las mejores cosechas, y en especial, de productos de cultivo intensivo, como son los de plátanos y tomates, quedan éstos limitados a las disponibilidades de aguas de riego, mermadas en gran cantidad las de los alumbramientos y aun en mayores proporciones las de las presas, que no han podido llenarse en el año anterior, y sólo unos pocos de metros han alcanzado en el presente, pese a que se encuentran ubicadas en zonas más hacia la cumbre, donde las lluvias han tenido ya alguna importancia, pero insuficiente para producir escorrentías capaces de ser aprovechables.

Contemplando el mapa a que antes nos referíamos, podemos observar que se han formado dos núcleos de mayores lluvias, pauta en general seguida en los años secos. Uno, que corresponde al gran macizo de los pinares de Tamadaba, pero circunscrito a la parte de la meseta, de cota superior a los 500 metros, bajando las lluvias tan bruscamente como el terreno. Es decir, han

sido lluvias de relieve, ya que parecen confundirse en gran parte las isoyetas con las curvas de nivel.

La otra zona es la que llamamos lluviosa, también con grandes cotas del terreno y colocada casi en el corazón de la isla, con una pequeña remificación al Sureste, correspondiendo con las altas montañas de aquel lugar. También han sido en esta zona lluvias de relieve, ya que su caída por la parte Sur, es tan brusca como el terreno y por el contrario, el descenso hacia el Norte se hace de una manera paulatina, al igual que el terreno.

Se puede apreciar, que dentro de las dos zonas de mayores precipitaciones, la superficie cubierta con lluvias de alguna importancia es pequeñísima comparada con el total de la isla, por lo que la disponibilidad de aguas tanto para embalses, como la que pudo pasar a la infiltración, ha sido muy pequeña, lo que se hace presente en la merma de los manantiales naturales por un lado, y por el otro en las explotaciones de pozos y galerías, que se han visto obligados a ganar en profundidad unos y otras, simplemente para mantener los caudales alumbrados. Más visible aparece en nuestra vista en las presas y estanques, que a pesar de ser insuficientes otros años, no se alcanzó en el presente ni el treinta por ciento de su capacidad de llene.

Otro hecho debemos resaltar por su importancia de tipo agrícola-forestal. Es la distribución dentro del año, que ha sido acumulada en los meses de noviembre y diciembre, siendo muy pequeñas las de otoño y primavera, y nulas las del verano. Ello supone para la agricultura y en especial para el desarrollo forestal de la isla el grave inconveniente, ya que si la suma anual parece incluso abundante en la zona de pinares, no lo es su aprovechamiento, por tener como consecuencia un verano prolongado de 10 meses, que impide el desarrollo normal del árbol y anula totalmente el agrícola, de no disponer de agua para riego, prohibitiva totalmente en la zona de medianías para cultivos ordinarios, por los grandes valores alcanzados como consecuencia de ser de obligado consumo, incluso en los meses de invierno en los cultivos de plátanos y tomates, habiéndose mantenido durante todo el año el precio del metro cúbico por encima de las siete pesetas, precio que sólo pueden soportar estos cultivos especiales.

Después de estas breves notas de conjunto, pasemos al estudio independiente de las lluvias de cada mes, teniendo en cuenta que siempre nos estamos refiriendo al año agrícola, que tiene su origen en el de septiembre.

Septiembre.—Sólo ha llovido dos días, con una precipitación máxima de 30 litros por metro cuadrado en Valsendero, barrio que está en la zona lluviosa. La superficie alcanzada por las pequeñas lluvias de este mes, es sólo la octava parte de la isla. En el resto no hubo lluvias. La cantidad ha sido tan insignificante que como siguió a los dos meses de verano anteriores, no alcanzó ni para apagar la sed de las plantas, considerándose como nula a efectos de infiltración.

Octubre.—También es el mismo lugar el que alcanza el máximo con 75 litros por metro cuadrado y ocho el número de días de lluvia. Aparecen aisladas, pero de menor importancia las lluvias del Suroeste, que produjeron esperanza entre los agricultores de esa sedienta zona, pero desgraciadamente no se vieron continuadas en la cantidad deseada en los meses sucesivos. Se comienza a remarcar la superficie que corresponde a los pinares de Tamadaba, que habrá de destacarse a todo lo largo del año y como consecuencia, en el total del mismo. Casi la mitad de la isla continuó este mes sin recibir agua alguna.

Noviembre.—Aunque es el mes de mayores lluvias en Gran Canaria, no se alcanzó en el presente ni la media. Márchanse también las dos zonas. La del pinar y la del Centro, con máximos de 90 y 150 litros, con nueve y once días, respectivamente. Sigue la mitad de la isla sin ver lluvia alguna.

Diciembre.—Ha sido el mes más lluvioso, y para algunas zonas, el único, (aunque de tan poca importancia que puede decirse que no llovió). Es decir, fue un mes de lluvias abundantes en la zona del centro y pinares, pero de poco valor o casi nulo en el resto de la isla. Como consecuencia de la dominancia de este mes sobre todos los del año, el parecido de las isoyetas de este mes con las del resumen anual, es total, por lo que como hemos descrito en líneas generales todo el año, no estenderemos ahora las mismas consideraciones.

Enero.—Podemos considerarla como de una tercera parte de la lluvia del mes anterior y repartida en la misma forma, aunque de superficie más reducida, quedando las dos terceras partes de la isla sin recibir lluvia alguna. El máximo está en el lugar de La Retamilla con 208 litros en 13 días.

Febrero.—Unos pequeños ramalazos de Sur y otras pequeñas precipitaciones del Norte, producidas por el alisio. Con este mes se fueron las esperanzas de que en la zona Sur se recogiera agua para los embalses. El máximo fue de 14 litros por metro cuadrado en el barrio del Canalizo en un día. No tuvo aprovechamiento alguno por su pequeña importancia. Hay un desplazamiento de las lluvias hacia el Centro-Sur. Mas, como han sido tan pequeñas, no tienen influencia alguna en la suma anual.

Marzo.—Lluvias esporádicas por el pinar de Tamadaba, zona Centro-Norte y unas lloviznas por el Sur. Todo ello sin importancia. El máximo fue muy local con 29 litros en El Toscón durante tres días. Hay un desplazamiento de estas pequeñas lluvias hacia el Norte y remarque del pinar de Tamadaba. La décima parte de la isla sin precipitaciones.

Abril.—Lluvias en el Pinar y zona Central, pero sin importancia, con un máximo de 20 litros en el Caidero de San José durante cuatro días. Sigue una gran superficie de la isla sin lluvia alguna.

Mayo.—Pequeñas precipitaciones también en el pinar y zona Centro-Norte, con salientes locales y un máximo de 10 litros en el Barranco de Lezcano, próximo al de mayor lluvia del mes anterior. Como aquél, son lluvias procedentes del alisio.

Junio.—Para las personas que suelen hacer cálculos cabalísticos, prediciendo el tiempo por medio de las «cabañuelas», representó un acierto con arreglo a lo que está sucediendo en el año agrícola 1961-62. Estas personas auguran «mal invierno si llueve por San Juan», entendiendo por este nombre, no a la fecha del Bautista, sino a todo el mes de junio. Y así sucedió.

Contra lo que debía esperarse en una isla de no grandes lluvias y dado el avance del verano Canario, se llega en este mes a los 40 litros por metro cuadrado y cinco días de lluvia. Agrupándose en las dos zonas a que venimos refiriendo en esta Memoria. A pesar de ello, cuatro quintas partes de la isla no recibieron agua alguna.

Julio.—Unos goteos aislados con un máximo de 12 litros en dos días, en el lugar de Santa Cristina y alrededores, ponen fin a las lluvias del presente año agrícola.

Agosto.—Tan pequeñas que son las llamadas «garujas» y con las de Junio, sirven de base para los vaticinios de los «cabañuelistas» que como antes decíamos este año han acertado.

De la relación anexa de lluvias anuales, podemos destacar los hechos siguientes:

Máximo de lluvia alcanzada 1.015 litros por metro cuadrado en el lugar de la Retamilla de Valleseco, recogida durante 57 días.

Mayor número de días de lluvia.—Valleseco (.?) con un total de 70 en el año.

Mínimo de lluvia.—3 litros en los lugares de Ayagaures Doctoral y Mogán.

Menor número de días de lluvia.—Los sitios anteriores con solo dos en el año.

Es decir, que tenemos el enorme contraste dentro de una pequeña isla de 50 kilómetros de diámetro, de rebasar en un lugar el metro de altura de lluvia y llover la quinta parte de los días al año, contra sólo tres milímetros en dos días en otros sitios.

No acompañamos relación de las lluvias de las islas de Lanzarote y Fuerteventura, porque con haber sido muy pequeñas, han dejado de recibirse los partes mensuales de gran número de observadores y aunque se han reclamado reiteradamente, aun no han llegado en el momento presente a nuestro poder, y su espera retrasaría demasiado el envío de esta Memoria

Antes de finalizar, queremos hacer resaltar un hecho importantísimo para este Servicio. Cuando nos hicimos cargo de él, en el año 1942, como continuación de la labor iniciada por el entonces Jefe del Distrito Minero, nues-

tra orientación fue siempre, la de poder realizar estudios sobre escorrentías y principalmente sobre infiltraciones generales de la isla, para poder determinar con mayor conocimiento de causa, el origen y zona de alimentación de los mayores manantiales o alumbramientos de aguas. Por ello aparte de las demás consideraciones de tipo geológico, se hacía un conocimiento exacto pluviométrico, ya que nada había hecho hasta entonces en Gran Canaria. Considerábamos que para nosotros, o para personas más autorizadas, el conocimiento de las precipitaciones era totalmente necesario, si quería determinarse con algún fundamento, el origen de este o aquel manantial, y la posibilidad de establecer en determinado lugar, una presa, así como su posible volumen a embalsar.

Ha llegado ya el momento de que nuestra paciente labor tenga aplicación. Así en el presente año y con los datos aportados por nosotros, se hizo el anteproyecto del Plan Hidráulico de la isla de Gran Canaria, que presenta el Excmo. Cabildo Insular a la aprobación del Ministerio de Obras Públicas. Actualmente estamos confeccionando los mapas de isoyetas mensuales y anuales a partir del año 1942 hasta la fecha, es decir, un lapso de 20 años, con estudio de las lluvias y escorrentías diarias, para que sirvan de base al proyecto definitivo, que se refiere en principio a la construcción de 32 grandes embalses y conducciones por tuberías y canales de transvase, con objeto de aprovechar hasta el límite las precipitaciones que caigan sobre la isla.

Nos cabe por tanto la satisfacción de poder contestar las cuatro preguntas formuladas por el Excmo. Cabildo Insular, para confección del gran proyecto indicado y son:

¿Cuánto llueve?

¿Cómo llueve?

¿Cuánto se aprovecha?

¿Cuánto podría aprovecharse?

ISLA DE GRAN CANARIA

Lugar de observación	Cantidad en litros m. ²	Días de lluvia	Lugar de observación	Cantidad en litros m. ²	Días de lluvia
Acebucha-Morro	—	—	Antona-Gañanías	831.7	63
Agaete-Leacok	166.2	46	Arenas Casa Job... ..	—	—
Agüimes... ..	103.3	25	Arguineguín	5.7	2
Agujero-Gáldar	71.0	21	Ariñez	690.5	65
Albercón-Virgen	191.3	46	Arinaga-Faro... ..	28.3	16
Aldea S. Nicolás	35.1	11	Artedara	12.0	2
Almatriche... ..	—	—	Aruca... ..	171.5	44
Alta Vista... ..	563.9	69	Artenara	239.4	47
Andén Verde	—	—	Atalaya... ..	341.7	56

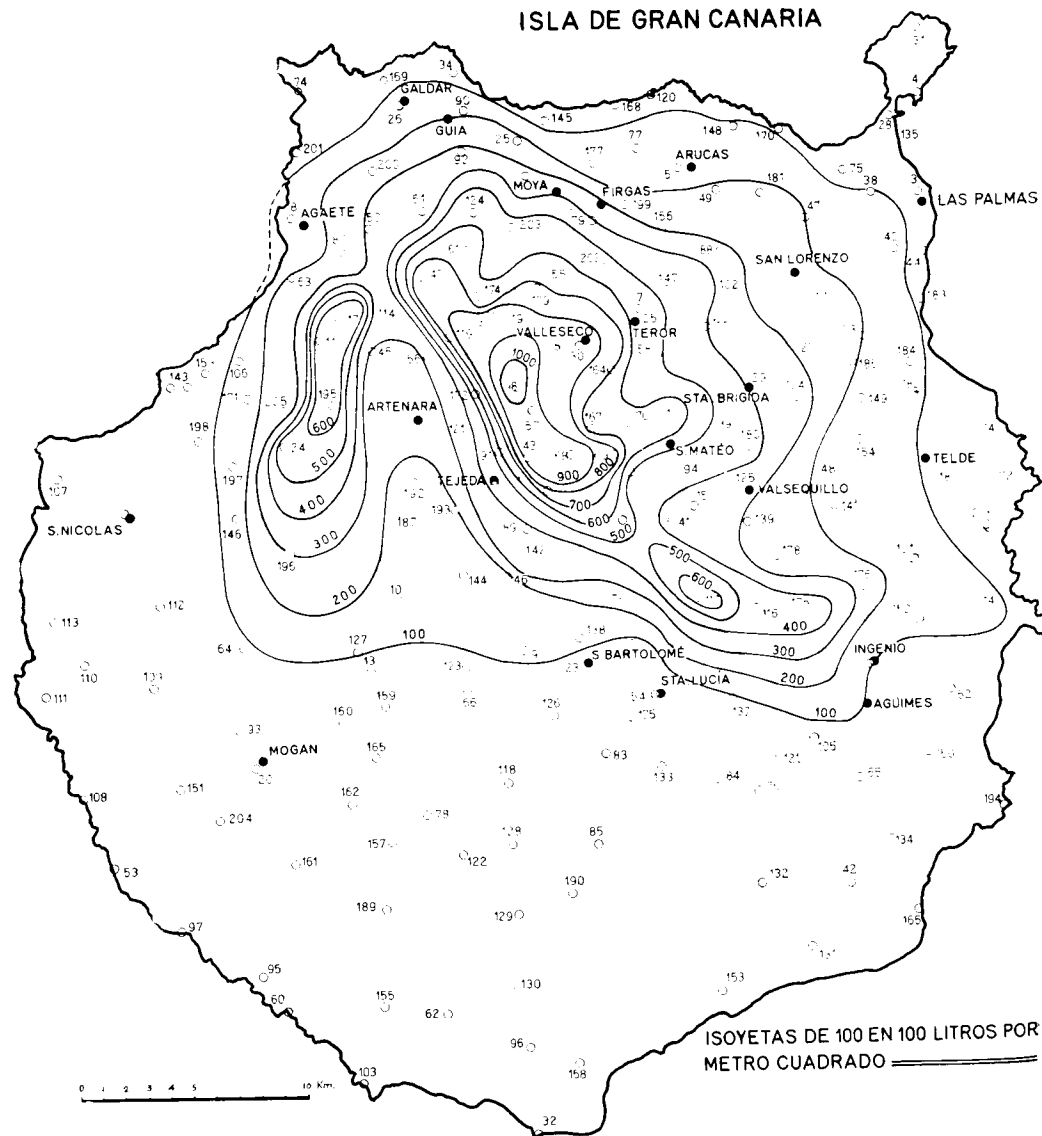
ISLA DE GRAN CANARIA

Lugar de observación	Cantidad en litros m. ²	Días de lluvia	Lugar de observación	Cantidad en litros m. ²	Días de lluvia
Ayacata	159,8	23	Doctoral	3,2	2
Ayagaures (Data)... ..	3,0	2	Draguillo S. Mateo	646,3	65
Ayagaures (Presa)	4,5	3	Era del Cardón	42,5	5
Ayagaures Salvia	—	—	Faro Espartero	—	—
Bañadero-Vivero... ..	32,7	10	Fataga... ..	15,0	4
Bañaderos... ..	82,5	52	Fontanales... ..	813,2	63
Barranco L. Palmas... ..	30,6	6	Fontanales Cist. ^a	887,4	68
Barranco Moya	93,4	38	Galeotes	—	—
Barranco Pinar	623,9	69	Gáldar-Pueblo	154,9	50
Barranco Silva	79,3	20	Gando Aeropuerto	102,6	30
Billo, S. Andrés	27,7	7	Guardaya Baja	—	—
Bejeraíta	429,4	53	Guaydra Baja	—	—
Berrazales... ..	339,7	60	Guigüi... ..	28,0	6
Berriel... ..	26,2	5	Guriete... ..	22,7	4
Breña Alta	237,1	30	Haciendas Mocanes	283,8	45
Caidero Bermejo... ..	—	—	Higuera Canaria... ..	—	—
Caidero Niña... ..	—	—	Hornos Presa... ..	383,0	35
Caidero S. José	728,7	65	Hoya Becerra	—	—
Caidero Tauro	—	—	Hoya Gamonal	576,2	44
Cambaluz... ..	186,3	50	Hoya Parrado	—	—
Canalizo	67,6	5	Hoya de la Perra	605,0	29
Cañada La Penca	—	—	Hoya del Pozo	58,5	19
Cardon L. Palmas	41,8	18	Hoyos de Tafira	—	—
Cardonal-Gáldar	—	—	Inagua... ..	94,6	20
Carrizal Ingenio	70,4	18	Ingenio... ..	99,4	24
Casa Ayala	—	—	Isleta Faro	—	—
Casas Blancas	29,3	8	Juan Grande	39,6	9
Casas de Matos	—	—	Juncadillo... ..	317,6	52
Casajo Jinámar... ..	—	—	Jiménez (Presa)	328,8	61
Cercado Espino	41,1	8	Lagunetas Mo'ino	981,5	75
Cercado Araña	43,9	13	Laja (Playa)	—	—
Corralillos... ..	77,8	19	Lima (Pinar Ing.)	299,2	23
Cortijo Gamonal... ..	275,1	41	Lomo Aljorradero	491,2	64
Cortijo Crespo	909,5	59	Lomo Blanco	185,7	33
Cruce Sardina... ..	—	—	Lomo Caballero	—	—
Cruz del Carpio... ..	—	—	Lomo Magullo... ..	112,0	15
Cruz de María	606,3	71	Lomo del Polvo... ..	116,4	27
Cruz de Tejeda	983,8	65	Lomo de P. Afonso... ..	32,4	17
Cruz de la Virgen	211,2	56	Longueras... ..	217,6	65
Cuatro Puertas	133,0	22	Llanetes	—	—
Cuevas Blancas	485,4	51	Llano Las Brujas... ..	144,5	38
Cuevas Grandes	716,1	61	Llano Quintanas	—	—
Cuevas del Paso... ..	370,4	55	Madres de Fargas	651,0	74
Cuevas del Pinar... ..	115,0	22	Madroñal... ..	435,0	93

ISLA DE GRAN CANARIA

Lugar de observación	Cantidad en litros m. ²	Días de lluvia	Lugar de observación	Cantidad en litros m. ²	Días de lluvia
Majada Aita... ..	98,1	15	San Cristóbal... ..	52,8	38
Manantiales	—	—	San Bartolomé de T.	49,7	14
Marquesa Tirma	180,4	28	San Mateo Pueblo	519,9	49
Marzagán	—	—	San José	22,7	10
Maspalomas-Faro... ..	11,0	9	San Roque... ..	155,5	26
Maspalomas-Pueblo	—	—	San Lorenzo... ..	262,2	65
Maspalomas-Tablero	—	—	Santa Brígida... ..	408,9	58
Matanza	160,8	21	Santa Cristina... ..	563,6	63
Milagrosa	—	—	Santa Elena... ..	87,1	21
Miraflores	—	—	Santa Lucía Tirajana	74,0	10
Mogán-Cercadillo... ..	13,6	3	Sardina Norte	64,5	14
Mogán-Playa	3,7	2	Sequero Ato	—	—
Mogán-Pueblo	15,3	1	Sitios de Abujo	3,0	2
Mondragones-Presa	361,2	53	Solana Lomo Vega	439,6	48
Monte-Coello	299,0	70	Soria	27,9	5
Moya-Pueblo... ..	426,8	54	Tablero-Corvo	726,7	63
Sameíta Vivero	101,4	14	Tafira-Vivero... ..	243,3	44
Ojero	—	—	Taidia	61,7	11
Padilla... ..	53,3	6	Taginastar	25,0	5
Pajonales Pinar	162,4	23	Tamadaba-Estado... ..	650,9	78
Palmas-Las	71,7	55	Tamadaba-Sansó	655,4	78
Palomas	40,5	9	Tamaraceite	203,7	47
Pardilla	51,7	14	Tauro... ..	—	—
Pasadilla	449,1	36	Tarajalillo... ..	86,3	25
Pérez (Presa)	286,9	51	Tazarte Playa	16,5	6
Pie La Cuesta... ..	29,8	7	Tazarte-Pueblo	67,0	17
Piedra Molino	649,9	64	Tazartico-Cist. ^a	37,1	7
Piletas... ..	51,4	16	Tazartico-Pueblo	76,8	15
Pinillo	45,7	8	Tejeda-Culata... ..	389,7	37
Pino Cortadores... ..	—	—	Tejeda-Chorrillo	—	—
Portales Altos... ..	—	—	Tejeda-Fondillo... ..	—	—
Puerto-Base de Hidros	99,5	40	Tejeda Higuera... ..	111,1	11
Pto. Muelle Grande	65,4	41	Tejeda-Pueblo	—	—
Pto. Población	72,8	45	Tejeda Rincón... ..	523,8	44
Pto. Rico Playa	—	—	Telde Narea	93,7	17
Repurtimiento... ..	—	—	Temisas	88,5	14
Retamilla... ..	1.015,2	57	Tenefé Sañinas	19,2	9
Rincón Tenteniguada	388,4	39	Tenteniguada... ..	376,4	42
Risco Agaete... ..	115,3	28	Teror (Domiticas)	536,4	81
Rosas S. Isidro... ..	308,5	55	Teror Pueblo... ..	548,4	63
Risco Blanco	—	—	Tifaracás... ..	144,4	29
Salobre	14,0	3	Toscón Las Palmas	305,7	78
Santidad	—	—	Transmontaña... ..	106,9	33
San Andrés... ..	—	—	Tres-Palmas	239,3	43

ISLA DE GRAN CANARIA



Lugar de observación	Cantidad en litros m. ²	Días de lluvia	Lugar de observación	Cantidad en litros m. ²	Días de lluvia
Utiaca Molino...	649.7	64	NUEVOS OBSERVADORES		
Valleseco-Pueblo...	901.5	78			
Valsendero...	859.8	70			
Veneguera-Casas...	41.6	10			
Veneguera-Inglés...	14.0	3			
Veneguera-Playa...	7.0	2			
Verdejo...	582.7	66			
Vigete...	442.8	34			
Zumcael...	570.4	44			
Barranco Lezcano...	426.9	55			
Lomo Cementerio...	113.7	25			
Llanos de la Fez...	340.7	27			
Llanos de Gáldar...	87.8	36			
Moya-Ayuntamiento...	331.2	69			
Schamann...	50.1	25			

NOTA.—Los pluviómetros que no llevan la cantidad recogida y el número de días, es por no tener las observaciones completas del año, debidas a las causas siguientes: fallecimiento de observador, estropeado el aparato, desaparecido en el temporal del año anterior, u otras causas, que se fueron subsanando en el curso del año.

Recibido el 18.IV-1962.

M. CRUSAFONT PAIRO

CONSTITUCION DE UNA NUEVA CLASE (*AMBULATILIA*)
PARA LOS LLAMADOS «REPTILES MAMIFEROIDES»

R E S U M E

Dans la note présente, d'accord avec les nouvelles vues à propos de la divergence d'origine et structurelle de deux rameaux des Amniotes poikilothermes, c'est-à-dire de la lignée des Therapsidés et de celle des Sauropsidés, on propose, étant donnée la non acceptation de réunir les Therapsidés (ou l'ensemble des Therapsidés) dans la Classe Mammalia, d'établir une nouvelle Classe pour les «Reptiles» à tendance mammalienne, avec le nouveau nom de *Ambulatives* (*Ambulatilia*), en les opposant sémantiquement à la Classe des vrais *Reptiles* (*Reptilia*), tout en tenant compte de la tendance montrée même déjà dès les Pelycosaures à la séparation du corps de ces animaux du sol pour adopter un type général de locomotion complètement différent de celui qui est général dous les vrais Reptiles. Une superclasse des *Theropsida* agrouperait, donc, la classe des *Ambulatilia* et celle des *Mammalia*, et la superclasse des *Sauropsida*, les *Reptilia* et les *Aves*.

A B S T R A C T

In view of the new concepts about the divergence of the origin and structure of the two groups of the Amniots poikilotherms, the Therapsid and the Sauropsid lines, and excluded the purpose of many authors to incorporate the Therapsids (of the whole Therapsids) in the Mammalia, here is suggested the creation of a new Class for the former group of «Reptiles» with the new name of *Ambulatives* (*Ambulatilia*) semantically opposed to the name of the true *Reptilia*. With this point of view, the author considers the fact of the possibility of erection of two Superclaseses of Amniots: the *Theropsida*, with the two Classes *Ambulatilia* and *Mammalia*, and the *Sauropsida* with those of the *Reptilia* and *Aves*.

Desde Goodrich (1926), se ha venido sosteniendo el difiletismo de la «Clase» de los Reptiles agrupados desde entonces en dos series filéticas, la de los *Terópsidos* que conduce a los Mamíferos, y la de los *Saurópsidos* que lleva a las Aves. Aquel autor estableció esta distinción, basándose en consideraciones anatómicas referidas al aparato circulatorio, comparando el de los Mamíferos, aún los más inferiores conocidos entre los vivientes, por un

lado, y el de los Reptiles y Aves actuales, por otro. Esta genial intuición de Goodrich no podía mantenerse, como criterio absolutamente diferencial, por el hecho de que estos caracteres comparativos no podían ser extendidos a los representantes fósiles y en especial a los «Reptiles» terópsidos, cuyos representantes son todos extintos.

Posteriormente, Watson (1954), podía corroborar el difiletismo de los «Reptiles» a base de un carácter que tiene traducción sobre el esqueleto óseo y que, por lo tanto, puede ser comprobado en los representantes fósiles de ambas ramas de Tetrápodos superiores, como es el que se refiere a la estructura del oído medio. En resumen, puede decirse que desde su establecimiento más o menos oscuro, en dos ramas divergentes a partir de los Cotilosaurios (Captorinomorfos hacia los Terópsidos y Diadectomorfos hacia los Saurópsidos), los «Reptiles» terópsidos muestran una disposición ótica en la que *las vibraciones se transmiten por conducto óseo*, mientras que en los de la serie saurópsida lo hacen por *intermedio de la membrana timpánica*. Ello acarrea una serie de correlaciones importantes traducidas sobre la morfología y posición del *stapes* y del hueso cuadrado (Piveteau, 1955). Por lo que se refiere a este último hueso, su posición es muy retrasada en los primeros, aproximadamente al nivel del cóndilo occipital, mientras que en los segundos se halla colocado en situación adelantada en relación con el cóndilo. Dado que este carácter, traducción de la disposición ótica distinta en ambas series, se mantiene sin modificaciones secundarias (como sucede con la presencia o ausencia de la membrana timpánica, ausente en los Terópsidos pero que puede reaparecer en algunas líneas o grupos), puede utilizarse, para la distinción entre las dos ramas, con los nombres de *Precuadrátilia* para la serie de los Reptiles típicos o saurópsidos, y de *Postcuadrátilia* para la de los «Reptiles» terópsidos. Estos nombres nos servirán más adelante en nuestro propósito para una nueva consideración acerca de la Sistemática general de los Amniotas.

En estos últimos años se ha discutido muchísimo acerca de la definición y amplitud a dar a las clases de Amniotas superiores, sobre todo por lo que se refiere a la separación entre Reptiles y Mamíferos. La cuestión se ha centrado sobre todo en la consideración de si los «Reptiles mamiferoides», es decir, los que se incluyen dentro de los Terópsidos o Sinápsidos, deben ser integrados dentro de la clase de los Mamíferos (Van Valen, 1960; Reed, 1960; Simpson, 1960). Algunos autores incluso han hablado de incluir *todos* los Terópsidos dentro de los Mamíferos (Kühne, 1958), y otros, en cambio, han querido considerar a los Mamíferos como un Suborden de los Terópsidos (von Huene, 1948, 1956).

Es absolutamente cierto que los Terópsidos muestran disposiciones que preparan la estructura definitiva de los Mamíferos, y aún, de acuerdo con las observaciones de Olson (1959), puede hablarse de la incipiente de algunos caracteres mamiferoides en algunos Pelicosaurios. Sin embargo, era ló-

gico atenerse a ello de acuerdo con nuestra idea de la *gradual* transformación de los «Reptiles» del grupo terópsido hacia la estructura mamífera, mediante una serie de «ensayos» que han hecho pensar en el origen polifilético de los Mamíferos (Simpson, 1958). Es indudable que la frontera que separa los «Reptiles» mamiferoides de los verdaderos Mamíferos es realmente laxa o borrosa, tal como lo prueba el hecho de la existencia de tipos con doble articulación (*cuadrado-articular*, típica de los Reptiles, y *dentario-escamoso*, correspondiente a los Mamíferos), para los cuales se creó, con el Orden de los Docodontos, la subclase Eoterios dentro de los Mamíferos por Kermack y Musset (1958), lo que, de todos modos, ha sido discutido por otros autores que consideran que los Docodontos deben todavía ser integrados dentro de los «Reptiles» terópsidos. Por otra parte, se ha invocado la suposición de que los Terópsidos, por lo menos en sus estadios finales de evolución en varias líneas, pudieran ser ya homeotermos y cubiertos de pelo, tal cual ya fue sugerido por Brink (1957) y viene suportado por van Valen (op. cit.), lo que al fin y al cabo, no hace sino corroborarnos lo que hemos dicho anteriormente respecto del «dento» establecimiento de los caracteres que serán ya definitivos en los Mamíferos (aunque de verdad sólo en los Placentarios, dado que en los Monotremas y Marsupiales, por lo menos en algunos casos estudiados, la autotermorregulación se hace todavía defectuosamente). Digamos de paso, asimismo, para acabar de redondear los puntos de vista expresados en esta nota, que también una posible homeotermia pudiera haber existido en las líneas finales de los Reptiles saurópsidos en los estadios preaviarios, lo que en modo alguno ha sido utilizado como criterio de integración de los Reptiles saurópsidos, aunque sea en parte, dentro de la Clase Aves.

En esta nota, el autor muestra su perfecto acuerdo con los puntos de vista de Simpson (op. cit.) acerca de la no inclusión de los Terópsidos en general o de los Terópsidos en particular, dentro de los Mamíferos, constituyendo con ellos una sola Clase. Es indudable que los Mamíferos presentan un *estadio estructural nuevo* que los separa de su «stock» ancestral que, al final de su evolución, muestra «trends» o tendencias hacia la nueva estructura, sin abandonar la suya propia. Con esta manera de ver y siguiendo el hilo de las reflexiones de Simpson, igualmente podríamos considerar Reptiles a los Mamíferos y entonces, dado el traspaso insensible de los Anfibios a los Reptiles, considerar como Anfibios a los Mamíferos, y así sucesivamente. Los Mamíferos constituyen una clase con caracteres que se han estabilizado en un nuevo estadio estructural, suficiente para constituir una clase aparte, mientras que los «Reptiles» terópsidos se mantienen en su conjunto dentro de un estadio de organización inferior al de aquéllos.

Esta nota, sin embargo, quiere hacer hincapié en otra cuestión que nos parece más importante y que quizás sea ya hora de ser considerada, por lo

menos de una manera parcial, en lo que se refiere a los llamados «Reptiles» terópsidos.

Muchos son los autores que consideran a los Reptiles como un grupo artificial y heterogéneo (Von Hofsten, 1941; Lehman, 1959, 1960; Piveteau, 1961), tal como había resultado ser en el caso de los que fueron llamados Peces como clase inferior de los Vertebrados y que luego tuvo que desdoblarse en otras varias. No existe ninguna duda acerca de esta heterogeneidad aunque, por el momento, se considere que quizás nos falten todavía muchos vacíos que llenar para llegar a una solución del problema. Los antiguos «Peces» pueden ser considerados como un *grado* de la clasificación horizontal, en el sentido de Huxley (1958) y no un *clado* de la clasificación vertical; lo mismo podría decirse, en este caso, de los «Reptiles» en el sentido lato de la palabra, un grupo de origen polifilético con variadas estructuras que ha alcanzado un estadio similar en sus diversas líneas evolutivas, es decir, en su polifiletismo. Pero si es cierto que todavía no estamos preparados para distinguir seriamente entre los que consideramos verdaderos Reptiles en el sentido estricto de la palabra (por más que Olson (1961) distinga entre *Eureptilia* que engloba Reptiles estrictos como los Arqueosaurios, Lepidosaurios y Saurópteros, y *Parareptilia*, con Quelonios, Pareiasurios y Procolofonios, por ejemplo), creo que no tenemos ninguna duda en considerar como una estructura aparte a aquella que engloba a los hasta ahora llamados «Reptiles» terópsidos que no reptan, en general, sino que andan (con algunas excepciones, como lo son asimismo las de aquellos verdaderos Reptiles que andan, como los Arqueosaurios, por ejemplo).

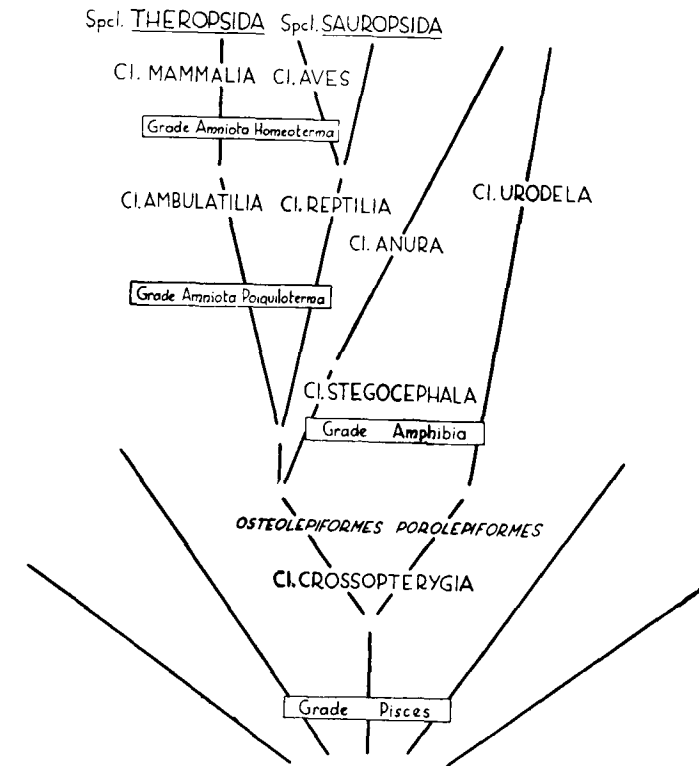
Por esta razón, sugerimos que habría que considerar a los «Reptiles» terópsidos como una clase aparte de la de los restantes verdaderos «Reptiles» (en espera quizás de que algún día incluso estos últimos se desglosen en dos o más clases diferentes). Esta idea nuestra viene reforzada todavía más, de acuerdo con los recientes puntos de vista sugeridos por Jarvik (1960) acerca de la gran antigüedad de la separación estructural de Terópsidos y Saurópsidos que, siendo ya muy distintos en el Carbonífero superior, su separación debería ser mucho más antigua. Según este autor, las diferencias que se refieren a la posición del orificio timpánico y la conformación de los osículos del oído pueden muy bien haber aparecido independientemente y directamente a partir de los Crosopterigios Osteolepiformes. Así, dice, una subdivisión de los Amniotas en dos líneas diferentes a partir del estadio osteolepiforme, parece como una hipótesis mucho más verosímil.

Piveteau (1961) afirma que si una tal concepción llega a ser verificada y comprobada, ésta acentuará la *autonomía* (subrayado mío) entre Saurópsidos y Terópsidos o, más exactamente, *romperá el lazo de unión* que hasta ahora se había mantenido entre ellos. Sigue diciendo entonces que «para abordar el problema de la génesis mamífera pasaríamos directamente de un Crosopte-

rigio como *Eusthenopteron* a los Reptiles terópsidos sin fase anfibia intermedia».

Todos estos datos van justificando la neta separación filética existente entre los que podríamos llamar Reptiles «sensu stricto» (por lo menos hasta el momento presente) y los pretendidos «Reptiles» de la rama terópsida.

Vaya por delante el justificar que el establecimiento por nuestra parte



Representación esquemática de la aparición progresiva de los diversos «grados» (Huxley) de Vertebrados a partir de los «Pisces», con especial referencia a la marcada dicotomía (difiletismo) de los Amniotas inferiores en dos ramas (*Reptilia* en la rama saurópsida y *Ambulatilia*, nuevo nombre, en la terópsida).

de una nueva Clase para los hasta ahora llamados «Reptiles» terópsidos no se dirige a separarlos filéticamente de los Mamíferos con los cuales se ha pretendido unirlos en una misma Clase (contra el parecer de Simpson entre otros, opinión que compartimos, según se ha dicho), sino a *diferenciarlos sistemáticamente* de los Reptiles estrictos de la rama saurópsida, de los cuales se hallan extraordinariamente separados. El nuevo nombre «vulgar» que proponemos, el de Clase Ambulátiles, sirve sólo para oponerlos semánticamente a los Rep-

tiles, entendiéndose que aquéllos son amniotas que *andan* (con algunas excepciones), y éstos *reptan* (también con algunas excepciones), por más que no sean los caracteres de la locomoción los más importantes quizás para su definición estructural. Teniendo en cuenta, sin embargo, que lo que aquí se pretende no es compararlos con sus sucesores de la línea terópsida, nos parece importante hacer hincapié en estos caracteres.

Ya desde los más antiguos Terópsidos, los Pelicosaurios, se advierte esta tendencia al alargamiento de las extremidades para separar el cuerpo del contacto con el suelo. Dechaseaux (1961) señala la presencia en ellos de un foramen obturador en la pelvis (foramen que se formó en relación con la inserción sobre el hueso pélvico de un músculo *pubioisquiofemoral* u obturador, que sirve para hacer descender el fémur). Las piernas eran ya tan largas como los miembros anteriores, con su carácter de zeugópodos, y la tendencia general es a la disposición de las extremidades paralelamente al cuerpo. Esta tendencia se afirma de manera total en los Terópsidos, con aparición de codo y rodilla y alargamiento claro de las extremidades.

De acuerdo con los puntos de vista aquí expuestos, nos parece conveniente establecer para los Amniotas dos superclases, la primera que podría ser llamada Terópsida (equivalente a los Teromorpha de Tatarinov (1959), comprendiendo la Clase de los Ambulátiles (Ambulatilia), como nombre «vulgar», o Postcuadrátiles, y la de los Mamíferos, y la segunda que se podría nombrar como Saurópsida (equivalente a los Sauromorpha del autor ruso) comprendiendo la clase de los Reptiles (Reptilia) en nombre «vulgar», o Precuadrátiles, y la de las Aves. (Los nombres de las dos superclases se han mantenido por la prioridad que poseen a partir de Goodrich).

En cuanto a la amplitud sistemática de estos cuatro grupos, aquí considerados como Clases, hay que tener en cuenta lo que dice Jarvik (op. cit.) respecto de la amplificación artificial de tipo antropocéntrico que hacemos de los grupos, a medida que nos acercamos al Hombre. Así, según él mismo afirma, un Hombre y una rana que pertenecen a dos Clases diferentes, son mucho más próximos entre sí que un arenque y un tiburón que se incluyen en la misma Clase (en realidad hoy ya no se hace así). De todos modos, lo que aquí se ha pretendido ha sido separar en dos grupos radicalmente diferentes, dentro del punto de vista sistemático y estructural-filético, los miembros de los pretendidos «Reptiles» de la rama terópsida, de los verdaderos Reptiles de la rama saurópsida, independientemente del valor jerárquico que sea necesario conceder a estos dos grupos.

26 abril de 1962.

Cátedra de Paleontología de la Universidad de Oviedo

BIBLIOGRAFÍA

- BRINCK, S. (1956): *Speculations on some advanced mammalian characteristics in the higher mammal-like reptiles*. «Paleontología Africana», IV.
- DECHASEAUX, C. (1961): *Pelycosauria in «Traité de Paléontologie» du Prof. Piveteau, tome VI (vol. 1)*. Masson et Cie. Paris.
- GOODRICH, E. S. (1926): *On the classification of the Reptilia*. «Proc. Roy. Soc. London.» Ser. B., vol. 89. London.
- HOFSTEN, VON N. (1941): *On the phylogeny of the Reptiles*. «Zool. Bidrag. fr Uppsala», vol. 20. Uppsala.
- HUENE, VON F. R. (1948): *Short review of the lower tetrapods*. Robert Broom Commemorat. volume.
- HUNLEY, J. (1958): *Evolutionary processes and taxonomy with special reference to grades*. «Uppsala Univ. Arsskr.» 1958.
- JARVIK, E. (1960): *Théories de l'Evolution des Vertébrés*. Masson et Cie. Paris.
- KERMACK, K. A. and MUSSET, F. (1958): *The jaw articulation of the Docodonta and the classification of Mesozoic Mammals*. «Proc. Roy. Soc. London.» B, 148.
- LEHMAN, J. P. (1959): *L'Evolution des Vertébrés inférieurs*. Monographies Dunod Dunod, Paris.
- — (1960): *Origine et destinée des Reptiles*. Les Conf. du Pal. de la Découverte. Ser. A., núm. 263. Paris.
- OLSON, E. C. (1959): *The evolution of mammalian characters*. «Evolution», 13.
- — (1961): *Les problèmes de l'origine des Reptiles*. Colloques du C. N. R. S. (Problèmes de Paléontologie) (sous presse).
- PIVETEAU, J. (1955): *Reptiles (Generalités) in «Traité de Paléontologie» du Prof. Piveteau tome V*. Masson et Cie. Paris.
- — (1961): *L'origine des Mammifères (Introduction) in «Traité de Paléontologie» du Prof. Piveteau, tome VI (vol. 1)*. Masson et Cie. Paris.
- REED, CH. A. (1960): *Polyphyletic or Monophyletic Ancestry of Mammals, or; What is a Class?* «Evolution», vol. XIV, núm. 3.
- VAN VALEN, L. (1960): *Therapsids as Mammals*. «Evolution», vol. XIV, núm. 3.
- WATSON, D. M. S. (1954): *On «Bolosaurus» and the origin and classification of Reptiles*. «Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard.», vol. 111, núm. 9.
- SIMPSON, G. G. (1958): *Mesozoic Mammals and the polyphyletic origin of Mammals*. «Evolution», vol. XIII, núm. 3.
- — (1960): *Diagnosis of the Classes Reptilia and Mammalia*. «Evolution», vol. XIV, núm. 3.

SECCION DE INVESTIGACIONES MINERAS

ESTUDIO DE LOS CRIADEROS DE FOSFATOS DE LA PARTE
CENTRO-OCCIDENTAL DE LA PROVINCIA DE CACERES

RESUMEN

Se da cuenta de la investigación de fosfatos encomendada por la Dirección General de Minas y Combustibles a este Instituto en la Zona reservada provisionalmente a favor del Estado en la provincia de Cáceres, con el perímetro definido por las localidades de Cáceres, Aldea Centenera, Cañamero, Logrosán, Torremocha y Cáceres.

Se hace un resumen histórico de la minería de fosfatos en la provincia, con cifras de producción que revelan las épocas de su esplendor y decadencia, a causa del descubrimiento de yacimientos de mayor riqueza y mejores condiciones de explotación en distintos países africanos.

Se citan los sectores donde están localizados los filones más importantes de la provincia, su génesis, características de yacimiento y reservas investigadas.

Se acompaña un plano geológico minero de la zona de reserva, el estudio micrográfico de varias muestras de granito de la misma, y el estudio por luz reflejada de muestras de fosfatos de Logrosán, Aldea Moret y Trujillo.

Se describen las investigaciones realizadas en varios puntos de la reserva y el resultado negativo de investigación por pozo de 30 m., en el paraje «Cerca de la Higuera», de las proximidades de Trujillo, para llegar a la conclusión del limitadísimo interés que tienen los fosfatos de la provincia ante la presencia de los africanos, y la carencia total de valor industrial de los mismos dentro de la reserva estudiada.

ABSTRACT

Here It is given an account of a phosphates investigation ordered by the Executive Board of Mines and Fuels (Dirección General de Minas y Combustibles) to this Institute in the temporary reserved zone in behalf of the State in the towns of Cáceres, Aldea Centenera, Cañamero, Logrosán, Torremocha y Cáceres.

It is also given a historic account of the phosphate mining enterprises in the province, with output figures which show the time of splendour and decadence on account of discoveries of richer deposits and better situated for their working in different places of Africa.

We give the different places where the best deposits are located in the province; their genesis, quality of deposits and places investigated.

We also induce a geological and mining map of the reserved zone, a micrographic study

of several samples of granite of this zone and the study by reflected light of phosphate samples of Logrosan, Aldea Moret and Trujillo.

We also describe the researchs carried out ut several places of the reserved zone and the negative result of the research by well of 50 m at the spot «Cerca de la Higuera», near Trujillo, to come to the conclusion that the provincial phosphates have limited interest before the African ones and the full consequence of their industrial value in the studied reservation.

ANTECEDENTES

Se remontan al año 1857 las primeras publicaciones referentes a los fosfatos de la provincia de Cáceres con *Note sur un phosphate de chaux dont il existe un gisement considerable a Logrosán*, por Luna (R. D.) «Comptes rendus de la Academie des Sciencies», París. Otra del mismo referente a las aplicaciones del yacimiento, publicada en el tomo VII de la «Revista Minera», a las que siguen otros múltiples trabajos dedicados especialmente a las minas de Logrosán, Aldea Moret, Zarza la Mayor, Ceclavín o Aliseda, cuya bibliografía se acompaña.

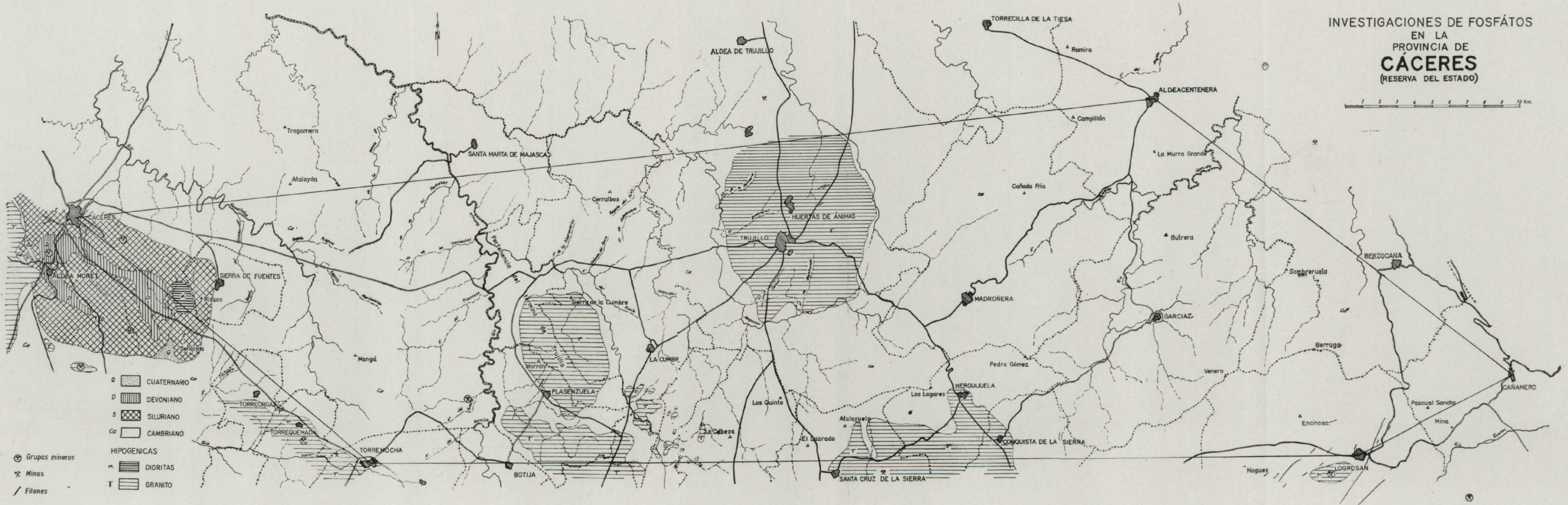
Pero fueron los Ingenieros de Minas J. Egozcue y L. Mallada, quienes en su obra titulada *Memoria Geológico Minera de la Provincia de Cáceres* (1876), recogen una información más completa de los criaderos de fosforita existentes en los sectores sur y oeste de la provincia. Dicho trabajo se amplía con la realización de mapas geológico-mineros, en los que se sitúan las corridas de estos filones, que son descritos en la Memoria por las características generales de sus afloramientos, rocas en que encajan trabajos de investigación y explotación realizados, etc.

No se incluyen en esta descripción los filones de fosforita existentes en el NE. de la provincia en términos de Navalmoral de la Mata y Belvís de Monroy, de la misma génesis y características de yacimiento que los de los otros sectores citados.

Los antecedentes expuestos y la historia de la producción de fosforita de los criaderos apuntados, de la que haremos una reseña, fueron la causa de que la Superioridad hiciera una reserva provisional a favor del Estado y encomendara al Instituto Geológico y Minero de España el estudio e investigación de los criaderos para conocer las posibilidades de su explotación, y en caso afirmativo liberar a la Nación de la inversión de divisas que representa la importación de estos minerales para la fabricación de los superfosfatos, cuyo empleo está tan generalizado entre los fertilizantes del agro español.

INVESTIGACIONES DE FOSFÁTOS EN LA PROVINCIA DE **CÁCERES** (RESERVA DEL ESTADO)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Km.



RESERVA PROVISIONAL A FAVOR DEL ESTADO

Por Orden del Ministerio de Industria de 12 de julio de 1957 se determina la reserva provisional a favor del Estado durante un año en los yacimientos de fosfato en las Zonas «A» y «B» de las provincias de Toledo y Cáceres.

La Zona «B», objeto de este estudio, está limitada por un perímetro poligonal cuyos vértices son: Cáceres, Aldea Centenera, Cañamero, Logrosán y Torremocha, zona comprendida y representada en el Plano I que acompaña a este informe.

Aunque la reserva se estableció por un año, fue después ampliada su duración hasta el 12 de julio de 1959.

El territorio objeto de esta reserva se extiende longitudinalmente de E. a O. 83 kilómetros, con un promedio de anchura de 17 kilómetros, lo que representa una extensión superficial aproximada de 141.100 hectáreas, de las que la mayor parte pertenecen a la formación de pizarras cambrianas, a las que le siguen en el orden de representación el granito, las pizarras y cuarcitas silurianas, las calizas devonianas y algún afloramiento de dioritas.

LOS CRIADEROS DE FOSFORITA: SU REPRESENTACIÓN EN LA PROVINCIA, GÉNESIS Y CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO.

Antes de proceder a la descripción de los filones comprendidos en la reserva, en la que se encuentra una pequeña parte del total de filones de fosforita existentes en los sectores S. y O. de la provincia, y con el fin de informar sobre la génesis y características que son comunes a todos ellos, hacemos cita de los sectores en que se ubican con el nombre de los filones principales.

Por cuanto a la zona de su ubicación pueden referirse a cuatro grandes grupos, los que en orden de E. a O. forman los sectores de Logrosán, Trujillo-Cáceres, Malpartida, Aliseda y Ceclavín-Zarza la Mayor con otros dos sectores, donde los filones por su corrida, potencia y mineralización, son menos importantes, como los sectores de Casas de Don Antonio, Montánchez y Valencia de Alcántara.

Del sector de Logrosán destacó por su importancia el filón «Constanza», al que le siguen por la longitud de su corrida los filones «Mingote» y «Gingal». Del sector de Cáceres, el filón «Abundancia», «Esmeralda», «Eduardo», «San Eugenio» y «San Salvador»; de Zarza la Mayor, «Consecuente», «Amistad», «Fortuna» y «Rica»; de Ceclavín, «Providencia».

Por la roca en que encajan estos filones se distinguen: filones que arman

en granito, filones que arman en pizarras cambrianas y filones que arman en calizas devonianas, o toman contacto con ellas.

Arman en granito los filones de los sectores de Trujillo, Malpartida, Ceclavín, Zarza la Mayor, Montánchez y Valencia de Alcántara; en pizarras los filones de Logrosán; en calizas devonianas los de Aliseda; y entre esta misma formación y pizarras silurianas, el filón de la mina «Abundancia», de Aldea Moret.

Pese a la variación de la roca en que encajan los filones, es común a todos ellos la dirección NE. a SO., y la asociación del cuarzo con la fosforita en la composición del mismo.

Por cuanto a su génesis, pueden incluirse en la fase hidrotermal de alta temperatura del ciclo ígneo, subsecuente al enfriamiento y consolidación del magma granítico en el que encajan o con el que están relacionados, y con acceso hacia la superficie por las fracturas o diaclasas principales a las que siguen en dirección.

Adjuntamos el estudio micrográfico de varias muestras de fosforitas:

1.º Muestras de Logrosán (Fotografías núms. 1 y 2).

El estudio microscópico realizado revela como componentes fosforita palmeada y fosforita formando filoncillos entrecruzados con otros de cuarzo. En otras zonas los cristales de cuarzo, muy abundantes, presentan extinción ondulante, siendo la textura de la roca brechoide cataclástica.

Se aprecian algunas inclusiones metálicas, que con luz reflejada y aún siendo muy pequeñas, parecen corresponder a magnetita.

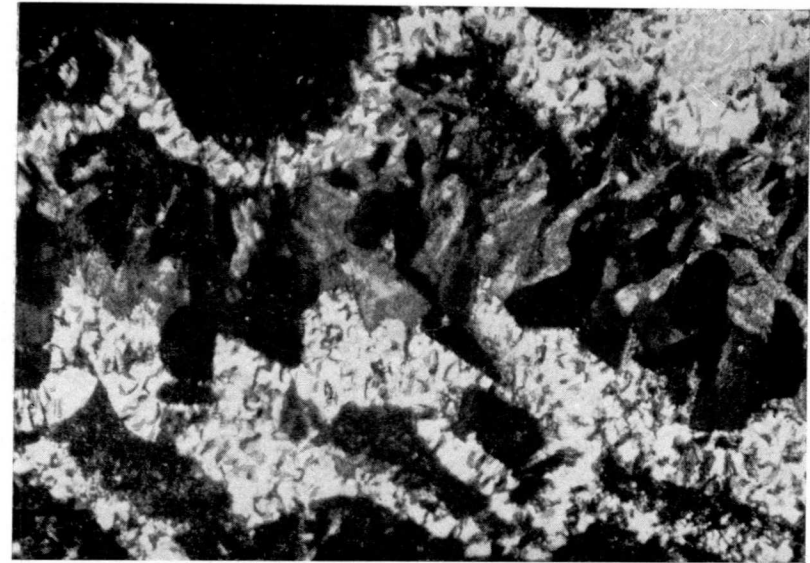
Algunas partes más oscuras de las muestras están constituidas por una roca pizarrosa formada por cuarzo, sericita, algún circón, y agujas de apatito; observándose, además, inclusiones metálicas posiblemente de mispiquel.

2.º Muestras de Aldea Moret (Fotografías 3 y 4).

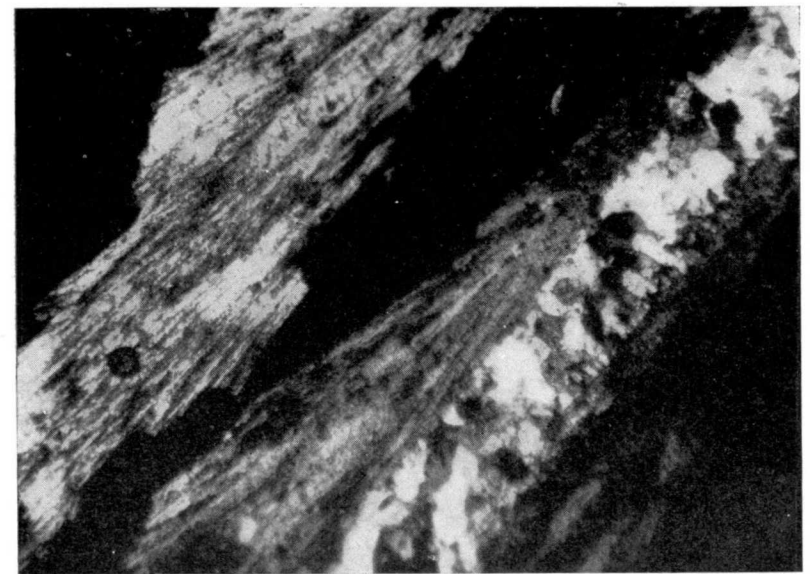
Como en la muestra anterior, también puede verse la fosforita formando algún filoncillo atravesado por otro de cuarzo (Fotografía 3).

En otras partes de la preparación se observan cristales de calcita que rodean al cuarzo y también inclusiones férricas y algunas de pirita.

Entre los cristales de calcita se han observado también algunos nódulos de óxido de hierro y restos de posibles microfósiles sustituidos parcialmente por el óxido.



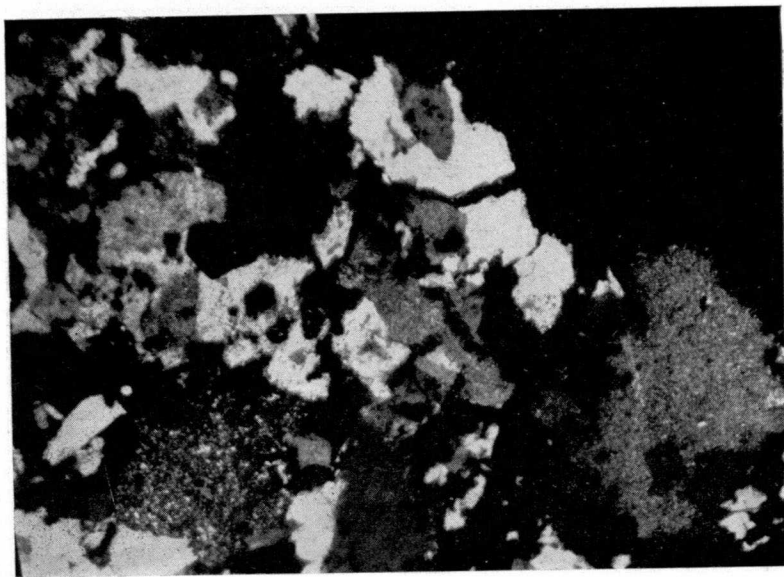
Núm. 1.—Fosforita de Logrosán (Cáceres). N + 145 aumentos. Cristalización simultánea de fosforita (gris oscuro) y cuarzo (blanco).



Núm. 2.—Fosforita de Logrosán (Cáceres). N + 145 aumentos. Fosforita palmeada (gris y negro) atravesada por un filoncillo de cuarzo (blanco).



Núm. 3.—Fosforita de Aldea Moret. N + 15 aumentos. Filoncillo de fosforita (gris oscuro) atravesado por otro de cuarzo (blanco).



Núm. 4.—Fosforita de Aldea Moret.—N + 145 aumentos. Cristales de calcita (1) rodeando algunos cristales de cuarzo (2).



Núm. 5.—Fosforita de Trujillo. N + 145 aumentos. Fosforita palmeada y cristal de cuarzo.



Núm. 6.—Fosforita de Trujillo.—N = 145 aumentos. Fosforita palmeada y cuarzo.

3.º Muestras de Trujillo (Fotografías 5 y 6).

Se aprecia gran cantidad de fosforita palmeada y cuarzo formando grandes cristales.

También se observan algunas inclusiones metálicas que forman vetillas muy finas en la fosforita y constituyen inclusiones redondeadas entre los cristales de cuarzo.

Como resumen del estudio efectuado y dada la textura, componentes y formas observadas en las preparaciones, se puede concluir diciendo que en las muestras de Logrosán y Trujillo, se trata de fosforitas con gran cantidad de cuarzo que parecen corresponder a efusiones mineralizadoras comprendidas en la fase neumatolítica en su transición a catatermal, que en algún caso particular, como ocurre en la muestra de Aldea Moret, pueden haber dado lugar a algún proceso de sustitución metasomática, en la calcita de la roca encajante del filón.

RESUMEN HISTÓRICO DE LA EXPLOTACIÓN Y ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN DE FOSFORITA EN LA PROVINCIA DE CÁCERES.

En el año 1853 se prevé la importancia de los criaderos de Logrosán, y en 1864 se solicitaron demarcaciones de los yacimientos de esta localidad y se inician labores de investigación en la zona de Cáceres.

En 1866 se obtienen de tres minas 9.304 Tm. de mineral para su envío al extranjero.

A partir de la citada fecha se intensifica la búsqueda e investigación de filones de fosforita en la provincia, dando por resultado la localización de gran número de filones en los sectores aludidos, y su investigación por labores a cielo abierto, siguiendo sus corridas.

De estas investigaciones surgen las explotaciones con alternancias en las cifras de producción, en ocasiones mermadas por las dificultades que surgían entre explotadores y propietarios del terreno, a quienes la antigua Ley de Minas les concedía el derecho de explotación.

En 1870 se produjeron 27.978 Tm.

En 1871 la producción descendió a 23.661 Tm., de las cuales 3.861 procedían de Ceclavín y Zarza la Mayor, las que fueron exportadas utilizando como vía fluvial el río Tajo, y el resto de las minas situadas en las proximidades de Cáceres, pues las de Logrosán y otras no trabajaban por las dificultades apuntadas.

En 1872 se produjeron 45.846 Tm. procedentes de 14 minas, cifra que representa la mayor producción anual en la historia de la minería de fosforita en la provincia.

A la producción de este año le sigue en importancia la de 1883, con 44.750 Tm. procedentes de las distintas minas en explotación, exceptuadas las minas de Logrosán, paradas por litigio entre propietarios del terreno y explotadores.

En esta fecha, el valor a boca mina de la fosforita se estimaba en unas 10 pesetas la Tm.

A partir de esta fecha la producción va disminuyendo a causa de la baja del mineral en las cotizaciones de Londres, cuyo precio era de 40 pesetas la tonelada métrica cuando tenía el 50 por 100 de fosfato tricálcico. Por debajo de esta riqueza no compensaba la explotación para la exportación del mineral, cuya cotización se establecía en Londres de la manera siguiente: de 50 a 55 por 100 se pagaba a 0,65 pesetas por cada tipo de riqueza; de 50 a 60 por 100 a una peseta por unidad; de 60 a 65 por 100 a 1,10 pesetas unidad, y de 65 a 70 por 100 a 1,20 pesetas unidad.

La clasificación a mano costaba 1,25 pesetas Tm. y el arranque 10 pesetas Tm.

En el año 1890 se pone en marcha la fábrica de superfosfatos de la Sociedad General de Fosfatos con producción de 250 Tm., pese a lo cual la producción de mineral decrece a cifras comprendidas entre 1.000 y 9.000 toneladas métricas anuales por la paralización de muchas de las minas; hasta los años 1917, 18, 19, 20 y 21 en que los filones «Costanza» de Logrosán y «Abundancia» de Aldea Moret producen conjuntamente:

<i>Año</i>	<i>Toneladas</i>
1917	21.265
1918	42.036
1919	24.242
1920	42.440
1921	37.614

Teniendo el mineral de Logrosán una riqueza comprendida entre el 60 y 80 por 100 de fosfato y el de Aldea de Moret de 35 a 45 por 100, el cual se mezcla con mineral del 60 por 100 procedente de Argelia.

A partir de 1921 vuelve a decrecer la producción, y sólo se mantienen en explotación las minas de Aldea Moret y Logrosán hasta el año 1944, en el que se abandonan con carácter indefinido las labores de esta última localidad

a las que se despoja de todas las instalaciones existentes, debido a que los reconocimientos efectuados para buscar nuevos campos de explotación no dieron resultado y el mineral que queda en la mina tiene una ley inferior al 40 por 100.

Al paralizarse las minas de Logrosán se inician explotaciones en los filones del sector Ceclavin-Zarza la Mayor, de donde se extraen pequeños tonelajes con leyes de 55 a 60 por 100 de fosfato, que son transportados a la fábrica de superfosfatos de Aldea Moret, donde se pagaba a 100 pesetas por tonelada métrica puesto en fábrica, hasta el año 1949 en que se abandonan estas minas por no compensar su explotación y transporte del mineral por carretera.

Por último, ya en el año 1956, se paralizan las explotaciones de las minas de Aldea Moret y se fabrica superfosfatos, mezclando las existencias del mineral arrancado con los fosfatos africanos.

Como resumen estadístico diremos que la producción de mineral de fosforita en las minas de la provincia de Cáceres en los 90 años comprendidos entre 1866 en que principian los trabajos y 1956 en que terminan, se eleva a la cifra de un millón ciento setenta y cuatro mil novecientos treinta y cinco toneladas (1.174.935), con leyes comprendidas entre 35 y 80 por 100 de fosfato tricálcico.

ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA RESERVA

Se iniciaron los primeros trabajos con el recorrido por todo el territorio de la reserva para la delimitación de las distintas formaciones geológicas representadas y localización de las corridas filonianas existentes, todo lo cual dió lugar a la formación del mapa geológico minero representado en la lámina I, en el que, como puede apreciarse, la mayor extensión corresponde a formación de pizarras cambrianas, a las que sigue en este orden de importancia el granito.

Localizadas en el sector de Cáceres se encuentran pizarras y cuarcitas silurianas, calizas devonianas y un afloramiento de dioritas.

Las pizarras cambrianas son en su fractura de coloraciones grises y composición arcillosa, sílico-arcillosa y sílicea, pasándose de unas a otras por grados insensibles, lo que hace difícil su separación, y seguir los bancos que constituyen el conjunto estratigráfico por los discontinuos afloramientos que emergen entre las tierras laborables procedentes de su descomposición.

Al contacto del granito aparecen fuertemente metamorizadas y convertidas en rocas corneanas de gran dureza, migmatitas, pizarras chistolíticas y silicatadas, hasta tomar su aspecto y composición normal a medida que se separan de la roca plutónica.

Estas pizarras hojosas y diaclasadas por planos de distinta inclinación,

afloran en régimen isoclinal con dirección variable N-6°-E y N-70°-O e inclinaciones próximas a la vertical con vergencia generalmente hacia el Norte, pero con variación gradual y sin que se aprecien cambios bruscos en estos rumbos, los que en términos generales están guiados por la tectónica hercíniana y afectados en las áreas periféricas por la presencia de los batolitos graníticos.

Como queda dicho, los granitos son las rocas que después de las pizarras ocupan mayor extensión en la zona de la reserva, y a ella corresponden el batolito que forman la Sierra de San Cristóbal en las proximidades de Logrosán; el batolito de Trujillo, en el centro del cual se ubica esta ciudad; el batolito de Plasenzuela, y los que penetran por el Sur en las proximidades de Botija y Torremocha, los que, aunque separados por extensiones pizarrosas más o menos amplias, sin duda corresponden a un substrato plutónico común.

El metamorfismo de las pizarras al contacto con el granito pone de manifiesto la posterioridad de la intrusión batolítica, posiblemente coincidente con los movimientos hercínianos que plegaron a aquéllas, lo que se encuentra corroborado por la textura cataclástica de varias de las muestras de granito estudiadas y que pasamos a describir.

a) Granito procedente de la zona Este del berrocal de Trujillo.

Aspecto natural.—Granito de grano grueso con dos micas, cristales de feldespato y cuarzo bien potentes, estando los primeros sensiblemente caolinizados.

Roca poco coherente, de no gran dureza, con fractura desigual y bronca.

Aspecto microscópico.—Se aprecia que la masa está constituida por grandes cristales de cuarzo y feldespato, dando origen a un conjunto típicamente alotriomorfo. Dominan las plagioclasas, oligoclasas, ofreciendo los cuarzos el carácter de cristales en mosaico, resultando de una fragmentación por presiones de los cristales grandes, que ofrecen, en general, pocas inclusiones y frecuentes resquebrajaduras.

La mica blanca es abundante, dando lugar a conjuntos muy replegados. También abunda como inclusiones en los feldespatos. La mica negra es también frecuente, estando en gran parte convertida en clorita. Se reconocen en ella frecuentes inclusiones de circón, así como secciones irregulares de magnetita.

El apatito es poco abundante.

Tanto en los cristales de cuarzo de gran tamaño como en los de plagioclasa, se aprecia muy claro el efecto de las presiones, pues en los primeros la extinción es ondulada e irregular, y en los segundos, además de esto, el

fajeado de las maclas polisintéticas aparece recurvado, caracteres que se aprecian también muy claramente en las micas, de las cuales la que más abunda es la blanca, apareciendo la negra muy alterada en clorita y materiales ferruginosos, siendo en ella frecuentes las inclusiones de circón.

Se trata de un granito calcialcalino, de dos micas, de grano bastante grueso. La alteración de los feldespatos es acentuada. La textura es alotriomorfa, ofreciendo además, de modo muy claro, los efectos cataclásticos por presiones tectónicas.

b) *Muestra del mismo batolito, tomada en el kilómetro 2 de la carretera de Trujillo a Montánchez.*

Aspecto natural.—Roca microgranuda de color blanco con cuarzo y feldespato abundantes. La mica blanca se destaca bien en aglomeraciones de cristales que quedan relativamente aislados. El grano se destaca con dificultad debido al tono uniforme de los elementos blancos.

Aspecto microscópico.—Domina la masa formada por feldespato, que en general aparece algo alterada por caolinización. El cuarzo se presenta en cantidad mucho menor y en secciones bastante grandes.

La mica blanca da origen a agregados típicos, que forman a veces grandes placas, pudiendo también dar origen a inclusiones finas y a pequeñas láminas en el resto del campo.

La mica negra, poco abundante, está totalmente transformada en clorita. Es muy poco abundante el apatito.

El conjunto feldespático se descompone en un agregado de cristales de ortosa y plagioclasa, siendo éste muy abundante y presentándose típicas las secciones de oligoclasa que tienden hacia formas propias.

Se trata de un granito calci-alcalino con mica blanca dominante, pudiendo ser considerada tal roca como tránsito hacia las granulitas.

La textura es algo idiomorfa y débilmente cataclástica.

c) *Muestra tomada a la salida de Trujillo por la carretera hacia Mérida.*

Aspecto natural.—Granito de grano muy fino, de mica negra y alguna blanca, de tono claro, no destacándose bien los granos de cuarzo.

Es duro, compacto, de fractura fácil y franca, y en general poco alterado.

Aspecto microscópico.—Ofrece una determinada textura porfiroide, dada más que nada por la presencia de determinados cristales de cuarzo de tamaño

bastante mayor que los que forma la pasta, que es muy uniforme y francamente microgranuda.

La masa feldespática es bastante abundante, destacando por el anubarramiento que presenta, debido a la presencia de zonas pulverulentas por caolinización. El cuarzo da origen a agregados que destacan claramente por transparencia, no ofreciendo casi inclusiones, que se alinean en regueros y siguen las finísimas resquebrajaduras.

La mica negra es bastante abundante, presentándose con sus caracteres comunes y con inclusiones de circón. En algún caso muestran su alteración en clorita, que a veces se ofrece en láminas de característico tono verdoso claro y también en finos y alargados cristales.

La muscovita se ofrece a veces en grandes láminas, muy típica, también en pequeños cristales muy repartidos por toda la preparación y con formas alargadas, con débil tonalidad azulada.

Existen cristales y fina granalla de magnetita, no frecuente, a veces dando lugar a secciones irregulares y de relativo gran tamaño.

También se han encontrado algunos cristales de cordierita.

En muy diminutas y finas agujas se ofrece el apatito, que es relativamente abundante.

La textura es típica y claramente alotriomorfa.

Dominan los cristales de ortosa sobre los de plagioclasa. Los de cuarzo son, como se ha dicho, de gran tamaño, y lo mismo sucede con los de mica blanca, que dan origen a veces a placas de forma muy irregular.

Se trata de microgranito de dos micas, alotriomorfo, con tendencia porfírica y con textura algo cataclástica.

d) *Muestra del berrocal de Plasenzuela en su borde de la Venta de la Matilla.*

Aspecto natural.—Roca microgranuda de color blanco, destacando pequeños puntos negros de turmalina y algunas láminas brillantes de mica blanca, dando origen a un conjunto de gran uniformidad.

Aspecto microscópico.—Se aprecia una fina textura alotriomorfa, formada por granos muy menudos de cuarzo, feldespato y laminillas intercaladas de turmalina.

Es muy abundante el apatito, que se presenta en agujas muy finas y alargadas.

Las inclusiones de cuarzo son muy escasas, y el anubarramiento por caolinización casi nulo, dando lugar a un campo de gran transparencia y uniformidad.

La turmalina con tonos verdosos y acentuado dicroísmo, se presenta en cristales alargados y muy resquebrajados, particularmente en sentido transversal.

En la masa típicamente granuda y alotriomorfa destacan algunos cristales algo mayores de cuarzo y feldespato.

En esta roca es muy abundante el cuarzo, siguiendo la ortosa en menor proporción, así como algunos cristales de plagioclasa (oligoclasa).

La mica blanca es muy frecuente, estando muy repartida por toda la masa de la roca.

Los cristales de turmalina son relativamente abundantes, destacando patentemente en el campo del microscopio por su refrigeración y fuertes colores de polarización.

Se trata de una aplita típicamente turmalinífera.

e) *Muestra tomada en «El Bujío», de las proximidades y al Este de Plasenzuela.*

Aspecto natural.—El grano es muy fino y su tono muy claro, apreciándose un conjunto de manchas rosadas que salpican uniformemente a la roca. Destacan pequeñísimas laminillas de mica blanca y algunos puntos negros de turmalina.

Aspecto microscópico.—Sobre un conjunto microgranudo alotriomorfo, formado por cuarzo y feldespatos, estos últimos muy poco alterados, destacan laminillas de mica blanca, no muy abundantes, y de mica negra, más o menos alterada en materiales ferruginosos. Además, existen algunos cristales de cordierita de forma irregular y aspecto rugoso y secciones alargadas y redondeadas, no frecuentes, de turmalina.

Existen también algunos granos de magnetita y pequeñas agujas de apatito diseminadas.

El cuarzo, en secciones muy variables por su tamaño, es relativamente abundante, ofreciendo muy pocas inclusiones.

El feldespato dominante es la ortosa, existiendo también algunos de plagioclasa con formas propias y alargadas.

La mica blanca es bastante frecuente y se destaca bien con sus brillantes colores de polarización.

La mica negra es poco abundante, y, en general, aparece alterada en clorita o materiales ferruginosos.

Es relativamente abundante también la magnetita, así como algunos cristales de turmalina y otros pequeños de apatito.

La extinción es flexuosa e irregular, destacando el fenómeno en los grandes cristales de ortosa y otros de plagioclasa.

Se trata de una aplita de dos micas algo turmalinífera, de textura alotriomorfa y cataclástica.

Resumen petrográfico.

Del estudio expuesto se deduce que los campos eruptivos graníticos de los berrocales de Trujillo y Plasenzuela corresponden a un magma de gran homogeneidad que puede clasificarse como calci-alcálico, rico en mica blanca y con proporciones mayores o menores de turmalina.

El color de estos granitos es claro: el grano gordo o fino, y, en general, ofrecen alteraciones caolínicas no muy acentuadas.

Otro conjunto está formado también por una masa magmática calci-alcálica, pero en éstos la mica negra abunda, falta la turmalina y el color en general es mucho más oscuro, no estando casi alterados.

Los microgranitos ofrecen el carácter común de las rocas macrogranuladas, mientras que los de tipo aplítico ofrecen de común con los granitos el de ser en ellos frecuentes los cristales de turmalina.

Así, pues, hay unos granitos oscuros con dominios de micas negras, otros de tonos claros, a veces turmaliníferos y con dominios de micas claras, o ambas ponderadas, y además la aureola microgranuda con dominio de las aplitas turmaliníferas.

Todas estas rocas ofrecen textura cataclástica.

ESTUDIO DE OTRAS ROCAS.

En el paraje de «Las Marinas», del término de Santa Cruz de la Sierra, 2.500 kilómetros al Este de esta localidad, fuera de la zona de la reserva considerada y marginal a ésta por el Sur, se solicitó en la época actual un permiso de investigación de fosfatos por vecinos del expresado pueblo, los que invierten sus horas de ocio en realizar calicatas por distintos puntos de la demarcación, con la pretensión de localizar un filón que les compense de sus gastos y esfuerzos.

En medio de la masa granítica se presentan otras rocas de origen ígneo, de las que destaca por sus colores claros y forma de presentación en diques de contornos más o menos imprecisos, una roca aplítica que acusa la presencia del apatito como mineral secundario de su composición, en la que profun-

dizan sus calicatas con la esperanza de encontrar mayor enriquecimiento del expresado mineral.

Seguidamente se transcribe el estudio microscópico de dos de las muestras tomadas, representativas de lo que pudiéramos llamar en este caso, supuesta roca encajante, y relleno del dique.

a) *Muestra tomada en el paraje de «Las Marinas», del término de Santa Cruz de la Sierra.*

Caracteres de composición.—Roca ígnea, abisal, de composición más bien intermedia, alcalina, con plagioclasa y biotita como principales componentes.

Caracteres textuales.—Textura hipidomórfica granular, de grano fino (0'3 mm.), homogénea, compuesta de granos menudos de plagioclasa maclados o sin maclar generalmente idiomórficos, débilmente sericitizados. El cuarzo es más bien accidental, alotriomorfo, con extinción muy ondulada, transparente.

Se observa gran cantidad de biotita parda muy pleocroica, aunque enormemente alterada en clorita, epidoto, esfena y óxido de hierro.

Composición modal.—C. principales (primarios): plagioclasa-oligoclasa, según las mediciones hechas tienen un 17% de anortita, ocupa el 70'13% de la superficie de la roca; la biotita, como hemos dicho, está sustituida por sus productos de alteración (clorita, esfena, epidoto y óxido de hierro).

Composición accidental.—Cuarzo ocupa 3'06%, apatito 0'59%, circón, 0'46%. C. secundarios: clorita 20'74%, esfena 7'7%, epidoto 0'29%.

Clasificación.—Diorita cuarcífera.

La muestra número 1 es completamente análoga a la número 2. Se distingue solamente por tener un filoncillo de roca leucocrática de textura también hipidomórfica pero de grano muy grueso (tamaño hasta 2-4 mm. de longitud), que tiende a la textura porfídica. Los fenocristales son generalmente de plagioclasa, pero también existen de cuarzo transparente, alotriomorfo, con extinción muy ondulada. La plagioclasa es idiomorfa, corrientemente no está maclada. La textura de ésta también es en parte cataclástica.

La composición de estos filoncillos, muy comunes en las dioritas, es más ácida, o sea, contienen mayor cantidad de cuarzo, que por lo visto, se les puede considerar como granodioritas.

El feldespato potásico aquí tampoco se encuentra. Hay gran cantidad de biotita alterada en clorita, esfena, etc., pero en menor cantidad con relación a la roca fina.

Los contactos de los filoncillos con la roca de grano fino son bastante netos.

La formación de la roca fina y los filoncillos es simultánea, lo que suele ocurrir muy a menudo durante la diferenciación del magma granodiorítico.

Composición modal de estos filoncillos.—C. primarios principales: oligoclasa, cuarzo y biotita alterada.

C. accidentales: circón, apatito.

C. secundarios: clorita, esfena, epidoto, óxido de hierro, sericita.

Clasificación.—Se la puede considerar como granodiorita por la cantidad elevada de cuarzo, más del 15% de la superficie de la preparación.

b) *Muestra tomada de los diques existentes en el mismo paraje que la anterior.*

Caracteres de composición: Roca hipoabisal, alcalina, cuarzo-feldespático.

Caracteres textuales: Roca leucocrática, debido a que sus principales componentes son incoloros o claros, de grano medio, con plagioclasa y cuarzo como principales componentes.

La roca presenta un fenómeno cataclástico enorme, debido al dinamometamorfismo. Sus componentes: la plagioclasa y el cuarzo están triturados, deformados, con extinción ondulada los dos: se presentan en cristales de buen tamaño rodeados por una pasta microgranuda formada a causa de la trituración. Además estos trozos de cuarzo y plagioclasa rotos sufrieron cierta recristalización uniéndose entre sí, creando una textura cataclástica y quizá se pueda considerar como milonítica por la amplitud de las presiones dinámicas sufridas por dicha roca.

La roca no presenta alteración considerable de tipo deutérico y meteórico, excepto la débil sericitización de la plagioclasa que es poco apreciable.

Por consiguiente, las únicas transformaciones de importancia sufridas por dicha roca son de origen dinámico.

Composición modal: C. principales: cuarzo, plagioclasa.

C. accidentales: apatito, m. metálico.

C. secundarios: clorita, esfena, óxidos de hierro, sericita.

Clasificación: Aplita cataclástica.

INVESTIGACIONES REALIZADAS

A pesar de las informaciones recogidas en páginas anteriores sobre la poca actividad de las minas de Aldea Moret, y el levantamiento total de las instalaciones en minas de Logrosán, las concesiones que comprenden el total de los filones siguen vivas.

En término de Logrosán y fuera de las concesiones, penetran en la reserva afloramientos de cuarzo que parecen corresponder a la continuación del filón «Mingote».

En uno de los crestones de cuarzo que aparecen en el paraje «Cerro de Manantío», dentro de la reserva, se hicieron calicatas con las que se comprobó desaparecían los citados afloramientos a corta profundidad, lo que motivó el abandono de la investigación.

Dentro de las concesiones, este filón con dirección de NE. a SO. y encajado entre pizarras orientadas al N-70°-E fue reconocido por pocillos y calicatas, sin llegar a ponerse en explotación.

En los contornos de Trujillo se localizaron varios filones, fácilmente reconocibles por calicatas que siguen su corrida de investigaciones ejecutadas allá por el año 1870, cuando tanto interés despertó esta minería en la región.

De ellos llamó nuestra atención por la potencia y longitud de su corrida el situado en el paraje de la «Dehesilla de Trujillo», a la altura del Km. 249 de la carretera de Madrid a Badajoz, y el que se ubica en el paraje «Cerca de la Higuera» a la altura del Km. 257 de la misma carretera, de conformidad con la representación figurada en el plano de la lámina II.

En el primero de los dos parajes citados las calicatas siguen dos alineaciones distintas, interrumpidas por saltos, en longitud de más de un Km.

Sus afloramientos fueron arrancados en las antiguas labores por calicatas que alcanzan profundidades hasta de 5 ms., hoy parcialmente aterradas.

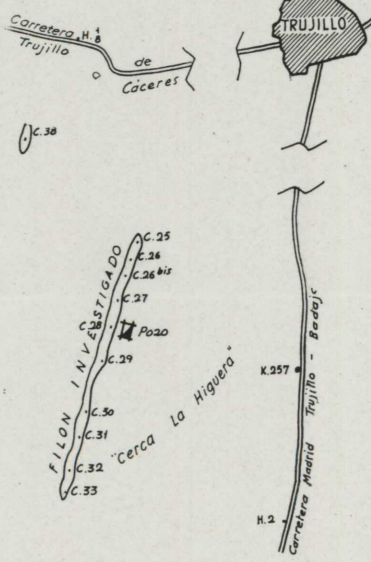
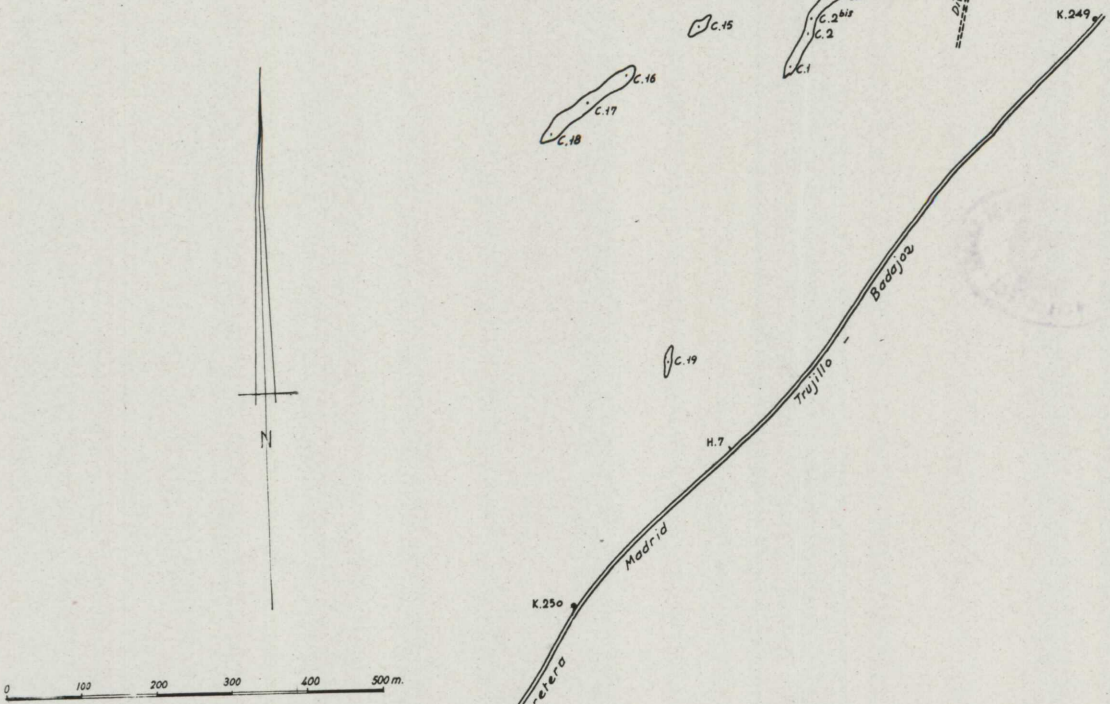
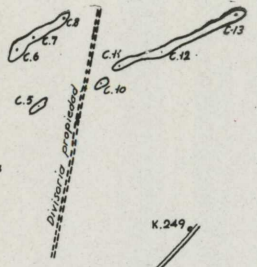
Sobre estas corridas se hicieron varios pocillos para poner al descubierto los filones y juzgar su potencia y riqueza.

Por estos trabajos se apreció que la potencia del filón varía entre 0'50 y 1'50 ms., siendo el relleno de cuarzo y la roca encajante granito de dos micas con grandes elementos, particularmente de feldespatos.

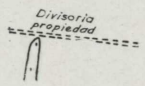
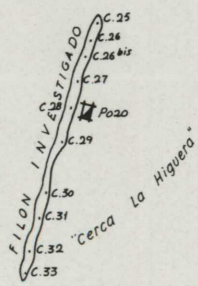
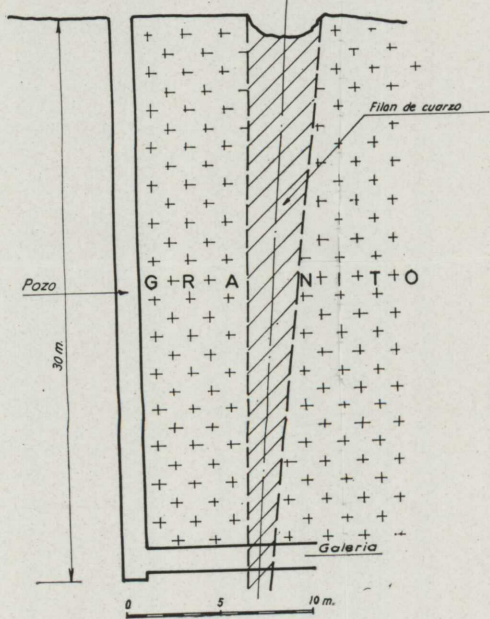
El resultado de análisis de las muestras tomadas en el filón descubierto por los pocillos, acusó un máximo de 0'50% de fosfato tricálcico, lo que motivó el abandono de estos trabajos.

La dirección NE. a SO. de estos filones corresponde a la de uno de los sistemas de diaclasas del granito, fracturas que, a nuestro modo de ver, sirvieron de acceso al relleno filoniano.

Sobre la roca encajante y paralelamente al filón principal se aprecian filoncillos de cuarzo con indicios de mineralización, fenómeno que es corriente en la mayoría de los filones localizados.



SECCION VERTICAL POR EL POZO



INVESTIGACIONES EN EL FILÓN DE LA «CERCA DE LA HIGUERA»

Plano de la lámina II

Este filón, situado según hemos dicho en el berrocal de Trujillo a la altura del Km. 257 de la carretera de Madrid a Badajoz, tiene como todos relleno de cuarzo, está encajado en granito, y también como todos los localizados, investigados por medio de una calicata que sigue su corrida en longitud de unos 400 ms. Fotos números 1 y 2, vistas parciales de la corrida de este filón investigada por antiguas calicatas hoy aterradas.

Las muestras tomadas sobre el filón en los pocillos que se realizaron sobre el recubrimiento de las antiguas calicatas, fueron poco alentadoras, conforme demuestran los resultados de análisis realizados en el Laboratorio de Química, que se insertan a continuación:

N.º 25	Caja de filón - Fosfato tricálcico (PO ₄) ³⁻ Ca ²⁺	0'08%
N.º 25	Salbandas	»	»	»	0'08%
N.º 26	Caja de filón	»	»	»	0'17%
N.º 26	Salbandas	»	»	»	0'16%
N.º 26 bis	Caja de filón	»	»	»	0'62%
N.º 26 bis	Salbandas	»	»	»	0'60%
N.º 28	Caja de filón	»	»	»	0'98%
N.º 28	Salbandas	»	»	»	0'98%
N.º 29	Caja de filón	»	»	»	0'58%
N.º 29	Salbandas	»	»	»	0'85%
N.º 31	Caja de filón	»	»	»	0'09%
N.º 31	Salbandas	»	»	»	0'09%

Sin embargo, de todos los filones localizados en la reserva, es éste el que tiene mayor corrida y potencia (400 ms. de corrida con potencia comprendida entre 3 y 4 ms.).

Por otra parte, las investigaciones encomendadas sólo se habían realizado por calicatas y toma de muestras a una profundidad moderada. Se hacía necesario hacer labores de reconocimiento a mayor profundidad para saber si la mineralización aumentaba, se mantenía en esta baja ley o disminuía, con el fin de informar adecuadamente a la Superioridad de la importancia de los filones mineralizados con fosfato en la zona de la reserva.

Con tal fin, y por las razones apuntadas, se eligió este filón para llevar a cabo la investigación.

Para ello se perforó un pozo de 30 ms. de profundidad con sección de 2 x 2'50 ms. sobre el granito que sirve de techo del filón, teniendo en cuenta que el cuarzo que sirve de relleno de la caja es más duro que el granito.

Desde el fondo del pozo se practicó una travesía con la que se cortó el filón.



Foto 1.

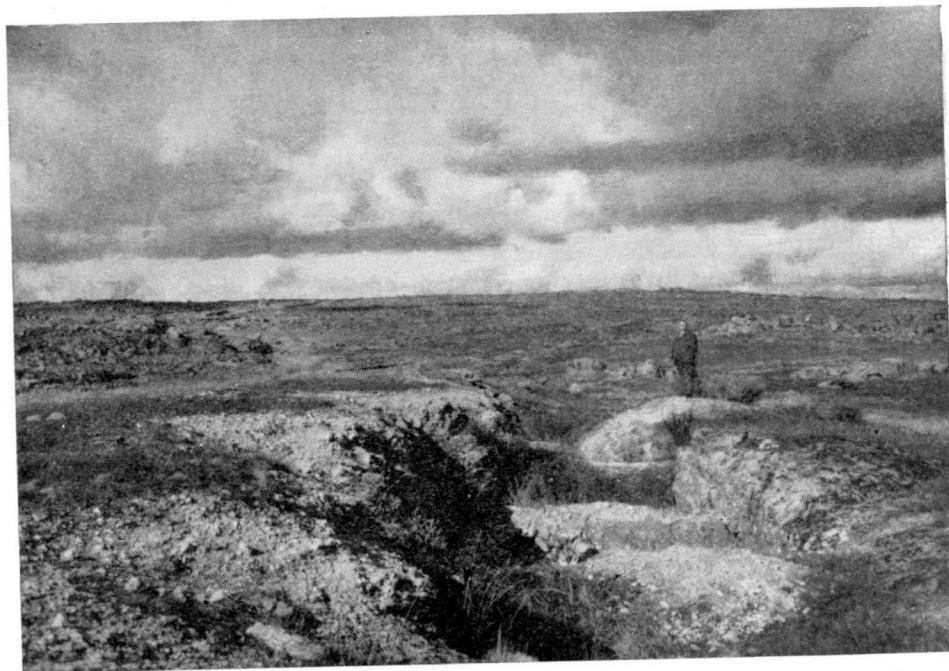


Foto 2

Con esta investigación se comprobó que el filón va estrechando en profundidad para disminuir a 1'20 ms. de potencia a los 30 ms., y se esteriliza totalmente.

Con esto se dieron por terminados los trabajos.

R E S U M E N

Como resumen de lo anteriormente expuesto, llegamos a los siguientes puntos:

1.º) Los criaderos de fosfato españoles, concentrados en su mayor parte en la provincia de Cáceres, tuvieron resonancia científica y estimación en el mercado de Londres en los primeros años de su descubrimiento, 1863 hasta 1890, en que dejan de exportarse, y la producción se limita a la necesaria para cubrir las necesidades de fabricación de superfosfatos en la fábrica instalada al efecto en Aldea Moret por la Sociedad General de Fosfatos. Fecha en la que empieza a ser utilizado como fertilizante en España.

2.º) Se inicia el abastecimiento de esta fábrica con minerales de Aldea Moret, filón «Costanza» de Logrosán, y las distintas minas en explotación del sector de Ceclavín, Zarza la Mayor, paralizándose en primer lugar estas últimas por no compensar el precio del mineral en fábrica los gastos de explotación y transporte por carretera.

Más tarde y por igual causa, dejan de transportarse a Aldea Moret los minerales de Logrosán, cuya Sociedad hace sus instalaciones propias en Villanueva de la Serena, hasta que ya en el año 1944 se abandonan estas minas con carácter indefinido y se levantan las instalaciones al comprobarse por los reconocimientos efectuados que el mineral que queda en la mina tiene ley inferior al 40% y no se compensan los trabajos de su explotación.

Mientras tanto, y en estos últimos años, la fábrica de superfosfatos de Aldea Moret, instalada a bocamina, utiliza como materia prima los minerales procedentes de Marruecos y Argelia, con leyes alrededor del 65% en estado polvoriento, mezclando estos minerales con los procedentes de la mina de 30 a 35% de riqueza para los superfosfatos de más baja graduación.

3.º) Los minerales extremeños que pueden considerarse como reserva nacional en las concesiones de Logrosán y Aldea Moret, tienen el grave inconveniente de su baja ley en fosfato, la gran dureza de su ganga de cuarzo, y el costoso y difícil tratamiento para su concentración, circunstancias que les coloca en un plano de inferioridad con respecto a los fosfatos africanos, de mayor riqueza, arranque más fácil y tratamiento de elaboración más barato.

Hoy en las estadísticas mundiales de producción de fosfatos no se cita siquiera a los fosfatos españoles.

Esta estadística para los años comprendidos entre 1954 y 1959 es la siguiente:

PRODUCCIÓN DE FOSFATOS NATURALES Y RESERVAS MUNDIALES
EXPRESADAS EN MILES DE TONELADAS

Paises	1954	1955	1956	1957	1958	1959
Argelia	773	752	606	600	565	531
Egipto	—	—	550	585	615	620
Marruecos	5.020	5.320	5.522	5.567	6.835	1.163
Túnez	1.823	2.201	2.077	2.067	2.278	2.184
EE. UU.	—	12.469	24.427	15.646	—	15.300
Israel	58	72	150	150	386	190

Y las reservas mundiales conocidas de fosfatos son de 47.000 millones de toneladas, de las cuales el 45% corresponden a Marruecos, aproximadamente el 28% a Estados Unidos, 16% a la U.R.S.S. y el resto a Túnez, Egipto y Brasil.

CONCLUSIONES

De todos los yacimientos de fosforita extremeños son indiscutiblemente los más importantes el filón «Costanza», de Logrosán, y el filón «Abundancia», de Aldea Moret, con leyes inferiores al 40% en lo que queda por explotar.

El primero ha sido reconocido en profundidad hasta los 162 ms. y en él se estima una cubicación de 3.500.000 Tm. reconocidas. Los filones de «Ginjal» y «Mingote», incluidos en el mismo grupo de concesiones, sólo han sido reconocidos parcialmente.

El filón «Abundancia» ha sido reconocido hasta el nivel de 155 ms. y en el mismo se calcula una reserva de 150.000 Tm.

Viene al caso hacer resaltar que el filón «Costanza» arma en pizarras hasta que ya a cierta profundidad alcanza al granito, con cuya presencia está relacionada su génesis.

Igualmente, el filón «Abundancia» se encaja entre pizarras silurianas y calizas devonianas en toda la profundidad reconocida.

Uno y otro ascienden hasta el recubrimiento sedimentario del granito, y en el mismo se han llevado a cabo las explotaciones.

Hemos visto cómo en las cotas investigadas de los filones de Trujillo, tienen éstos una mínima mineralización, la que desaparece del todo a mayor profundidad. En las escombreras de antiguos trabajos en estos mismos parajes encontramos minerales emborrascados, de bastante mayor riqueza. Los minerales de la zona de Zarza la Mayor-Ceclavín, que fueron objeto de explotación, procedían de labores a cielo abierto y pozos de corta profundidad.

Todo nos hace admitir la teoría de que los filones encajados en el granito, en su altura mineralizada, han desaparecido con la profunda erosión sufrida por la comarca desde las antiguas edades geológicas de su formación.

BIBLIOGRAFÍA

- LUNA (R. DE). (1857): *Note sur un phosphate de chaux dont il existe un gisement considerable a Logrosán*, «Comptes rendus de la Academie des Sciences», tomo XLV, páginas 376-77. París.
- LUNA (R. DE). (1859): *Decouverte d'un gisement considerable de phosphate de chaux en Espagne*, «Comptes rendus de la Academie des Sciences», tomo XLVIII, págs. 802-4. París.
- LUNA (R. DE). (1865): *Sur des gisements considerables de phosphate de chaux dans l'Extremadure*, «Comptes rendus de la Academie des Sciences», tomo LXXI, págs. 47-49. París.
- BEAUMONT (E. DE). (1866): *Sur le phosphate de chaux de Logrosán, dans l'Extremadure*, «Comptes rendus de la Academie des Sciences», tomo LXXIII, pág. 402. París.
- NIEDERSTAT. (1875): *Fosforita de Extremadure*. (Traducción de Deutsch Chemische Gesellschaft), «Revista Minera», serie B, tomo I, pág. 51. Madrid.
- ANÓNIMO. (1891): *Minas de fosfato en España*, «Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería», serie C, tomo IX, págs. 21-22. Madrid.
- (1857): *Fosforita de Logrosán, sobre sus aplicaciones*, «Revista Minera», tomo VII, página 763.
- (1860): *Plano topográfico del terreno en que yace la fosforita de Logrosán*, (Revista Minera), serie A, tomo XI, lámina 2.
- NARANJO (F.) y PEÑUELAS (L.) (1960): *Fosforita, Memoria sobre la de Logrosán*, «Revista Minera», serie A, tomo XI, págs. 222 a 241.
- (1869): *Fosforita de Cáceres*, «Revista Minera», tomo XX, pág. 423.
- (1872): *Fosforita, Sobre el estudio de la de Cáceres*, «Revista Minera», tomo XXIV, página 270.
- EGOZCUE Y CIA. (J.) (1874): *Observaciones sobre la fosforita de Extremadura*, «Actas de la Sociedad Española de Historia Natural», tomo III, págs. 60 y 63.
- EGOZCUE (J.) y MALLADA (L.) (1876): *Criaderos de fosforita de la provincia*, «Memorias de la Comisión del Mapa geológico de España».
- MORENO (E.) (1879): *Criaderos de fosfato de cal en los términos de Alburquerque y Valencia de Alcántara*, «Polémica de la Comisión del Mapa geológico de España», tomo VI, serie 1.ª.

- FERNÁNDEZ NAVARRO. (1902): *Estudio sobre la ambligonita de Cáceres*, «Boletín de la Sociedad Esp. de Hist. Nat.», tomo II.
- HERNÁNDEZ-PACHECO (E.) (1902): *Estudio sobre la ambligonita de Cáceres* «Boletín de la Sdad Esp. de Hist. Natural», tomo II, pág. 303.
- CALDERÓN (S.) (1903): *La ambligonita de Cáceres*. «Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería», serie C, tomo XXI.
- ESPINA (L.) (1907): *Minas de Logroñán. Descripción de los yacimientos*, «Estadística Minera», pág. 136.
- CASCAJOSA (F.) (1920): *Estudio de yacimientos de hierro y fosfato de Aliseda*, «Boletín Oficial de Minas y Metalurgia», núms. 35 y 36.
- O'SHEA (G.) (1922): *Estudio del criadero de fosforita de Logroñán*, «Boletín Oficial de Minas y Metalurgia», núm. 60.
- CASCAJOSA (F.) (1922): *Estudio de los yacimientos minerales al Norte y Sur de la zona de fosfatos de Aldea Moret*.
- ANÓNIMO. (1928): *Las fosforitas de Ceclavín*. «Ingeniería», año XXIV, pág. 121.
- GOROSTIZAGA (J.) (1928): *Fosforitas de Cáceres. Yacimientos de Logroñán*, «Reservas Mundiales de Phosphates», tomo II. Estadísticas de producción minera.

2 de mayo de 1962.

J. M. L. de A.

ALGUNOS TERMINOS CORRIENTES SISMOLOGICOS

Del informe redactado recientemente por la Comisión Investigadora Geológica de la UNESCO en América del Sur (14-XII-1961), hemos extractado los veintiocho conceptos siguientes que consideramos conveniente figuren en los vocabularios hispánicos de Geología y Ciencias Conexas que se están preparando por la Comisión Nacional de Geología.

Asísmica. — Se refiere a una región sin terremotos.

Coefficiente de proyecto sísmico. — Se define por la ecuación $K = K_0 \alpha \beta$ en la que α es el factor de zona sísmica, β el de estructura y K_0 el coeficiente básico sísmico.

Componente. — Es el resultado de descomposición de los movimientos según tres direcciones, generalmente una vertical y las otras dos horizontales, en ángulo recto entre sí.

Epicentro. — El punto de la superficie terrestre sobre la vertical del foco.

Estación local. — Es la estación equipada con instrumentos usualmente de corto período y ampliación moderada para registrar terremotos locales.

Estación telesísmica. — Son las estaciones equipadas con instrumentos usualmente con un período natural-largo capaz de detectar terremotos distantes.

Foco. — Es la región donde se origina un terremoto.

Ingeniería sísmica. — Es la aplicación de principios ingenieriles para asegurar que todas las clases de estructuras ingenieriles sean resistentes a las sacudidas sísmicas.

Intensidad. — Medida de la severidad de la sacudida en un punto particular sobre la superficie terrestre.

Isosista. — La línea que une los puntos de igual intensidad.

Magnitud. — Cifra relacionada con la cantidad de energía liberada en el foco.

Mapa de sismicidad. — Es el que muestra las actividades sísmicas del área, por medio de distribución de epicentros, magnitud, energía, profundidad focal, frecuencia del terremoto, etc.

Mapa de zonas del sub-suelo. — Es el mapa donde están clasificadas las zonas de la región considerada, por los caracteres de vibración del subsuelo.

Mapa de zona sísmica. — Es el mapa que presenta zonas clasificadas conforme a la intensidad máxima sísmica esperada.

Mapa del sub-suelo. — Es el mapa que pone de manifiesto las estratificaciones de las capas de terrenos en un distrito, sin tener en cuenta deducciones sísmicas.

Mapa sismoestructural. — Es el mapa conjunto del sísmico y del estructural.

Mapa sismotectónico. — Es el mapa conjunto del sísmico y del tectónico.

Microsismo. — Pequeños movimientos de terrenos que persisten no habiendo terremotos.

Observaciones macrosísmicas. — Son las observaciones basadas en el daño observado o la intensidad de la sacudida registradas por personas en el área, sin utilizar instrumentos especiales sismológicos.

Onda marina sísmica. — Es la onda generada por un terremoto en el mar.

Período. — Se considera el período de sismógrafo, como el de una oscilación correspondiente a la frecuencia de amplificación máxima.

Sismógrafo. — Es un dispositivo para conseguir un registro de los desplazamientos o aceleraciones de terrenos o de la estructura en que está instalado.

Sismógrafos de movimientos fuertes. — Son los sismógrafos proyectados especialmente para registrar información cercana de los epicentros de terremotos dañinos, en particular aceleraciones, que son necesarias para los proyectos sismoresistentes.

Sismo-resistente. — Se denomina sismoresistente a la construcción proyectada para minimizar los efectos de sacudida de los terremotos.

Tectónica. — Es el estudio de la estructura de la corteza terrestre y la historia de sus movimientos y deformaciones.

Terremoto distante. — Es aquél que se origina a distancias mayores de 10³ (1.100 Km.) de la estación de observación.

Terremoto local. — Es el ocurrido dentro de los 10³ (1.100 Km.) de la estación de observación.

Vibraciones artificiales. — Perturbaciones subterráneas que no son de origen natural.

Recibido el 2 V 1962.

ANTONIO DUE ROJO, S. I.
Director del Observatorio de Cartuja (Granada)

NOTAS PALEONTOLOGICAS

IV

RESUMEN

En esta reseña se han seleccionado algunas cuestiones paleontológicas actualmente discutidas, y en las que se han presentado nuevas soluciones; a saber: 1) acerca de los primeros pobladores de América, un estudio geológico reciente ha mostrado que hubo durante gran parte del Pleistoceno un ancho paso por la región del actual estrecho de Bering, por donde la emigración masiva pudo ser fácil; 2) en diferentes lugares de Europa, Asia y Africa se han descubierto poblados de la edad de piedra, que aportan interesantes elementos de juicio a la reconstrucción de aquellas culturas y su cronología; 3) la ecología del fuego en relación con la capa vegetal superior de la corteza terrestre, ha sido objeto de consideraciones de trascendencia para el hombre, así prehistórico como contemporáneo, y 4) una diligente investigación sobre la discutida realidad del Yeti u hombre de las nieves, ha aclarado el estado de esa cuestión.

SUMMARY

Some paleontologic questions and the results of its present discussion have been here collected, viz.: 1) the old problem of the America's first inhabitants received a new solution by geological evidence of a very large and very long lasting intercontinental passage in the Bering region; 2) recently discovered sites of the Stone Age people in Europe, Asia and Africa have contributed to fill some gaps in the chronological series of their cultures; 3) the ecology of fire in its relation with the terrestrial soil, as necessary element in the life of man, both prehistoric and present, has been object of interesting studies, and 4) accurate investigations on the Yeti or tibethan snowman, had contributed usefully to the elucidation of his mythical reality.

Nuevos datos han venido a completar cuestiones tratadas ya en estas notas paleontológicas, y especialmente a ilustrar con nuevas soluciones algunos de los problemas que en ellas se habían planteado; a veces el interés radica en haberse encontrado algunos de esos eslabones que se echaban de menos (missing links), en la cadena de hechos que forman la his-

toria del hombre sobre la tierra, y ello es fruto de la incansable actividad de los arqueólogos en afortunadas excavaciones; otras resultan de estudios, por métodos nuevos, de fenómenos geológicos, como el proceso de las glaciaciones en el Cuaternario, y también pueden proceder de la exploración de remotas y difícilmente accesibles regiones, donde se habían hallado antes las problemáticas huellas del «abominable hombre de las nieves», y ahora ulteriores y concienzudos trabajos críticos sitúan las cosas en su debido lugar.

EMIGRACIÓN INTERCONTINENTAL

El complejo de inferioridad, tantas veces comentado, del Nuevo Mundo respecto del antiguo en cuanto a la antigüedad de sus habitantes, incluye no solamente al hombre, sino también a la fauna y flora; no porque antes no hubiera allí plantas y animales, sino porque está suficientemente demostrado el origen asiático de muchos de ellos, sin que falten argumentos fehacientes de una emigración similar en sentido contrario; y para ella no basta, como para la expansión polinésica en el Pacífico, navegantes atrevidos: hace falta un amplio espacio donde las semillas vegetales tengan fácil distribución y los animales grandes y pequeños un acceso sin obstáculos. Semejante tráfico en gran escala hubo de hacerse con suficiente espacio y tiempo; y ninguna de las dos cosas las encontraríamos en el puente de Bering de que se hablaba hasta ahora.

La solución de tal dificultad se ha encontrado en el fondo de los mares árticos y paradójicamente en formaciones geológicas tan distantes como los atolones de coral del Pacífico Sur y el delta del Mississippi. Es bien conocida la escasa profundidad del mismo estrecho de Bering, hasta el punto de que en él tuvo serias dificultades que vencer por esta causa el «Nautilus» en su osada travesía bajo los hielos, que en aquel lugar casi tocaban el fondo del mar y amenazaban aprisionar al submarino. Al Sur se extiende el mar de Bering, cuyo fondo es una de las más planas y lisas superficies del globo terrestre, que con una pendiente de unos cinco centímetros por kilómetro, llega por el Sur hasta una línea que va desde el paso de Unimak en las Aleutianas, al cabo Navarin en la costa asiática, que es el borde propiamente dicho del zócalo continental, a partir del cual la profundidad, de sólo 150 metros, cae casi verticalmente a los 5.000 del fondo oceánico; al Norte del estrecho el mar Chukchi no tiene un fondo tan llano: las cotas varían entre los 40 y los 60 metros de fondo, y las irregularidades de su suelo se manifiestan por bajíos a 15 metros de la superficie y hace aflorar las masas graníticas de las islas de Wrangell y Herald; solamente a varios centenares de kilómetros más arriba de Bering se halla por allí el borde con-

tinental a lo largo de una línea trazada desde la punta Barrow en Alaska, hasta Severnaya Zemlya en Siberia.

Sondeos practicados en ambos mares, de Bering y Chukchi, nos dan la imagen de una vasta llanura submarina no muy honda, que en su máxima anchura mide más de 2.000 kilómetros de Norte a Sur, y el granito de que está formada testifica estar hecho de materiales continentales, de que son muestras las dos islas antes citadas. David M. Hopkins, de la U. S. Geological Survey, ha demostrado que aquí ocurrió un hundimiento bajo las aguas oceánicas hace poco más de un millón de años, como resultado de la deformación cortical al comienzo del Pleistoceno; antes de esto, la mayor parte de este terreno se hallaba sobre el nivel de las aguas durante la Era Terciaria o por lo menos durante gran parte de esos cincuenta millones de años, tiempo sobrado para explicar satisfactoriamente para ese intervalo la emigración vegetal y animal probada por los biólogos; semejante flujo tendría que haber cesado evidentemente o al menos reducirse a partir del hundimiento, pues no hay indicios de un resurgimiento posterior.

Geológicamente, las dos cadenas de islas de las Aleutianas y las Kuriles son muy activas, como lo demuestra el crecido número de terremotos actuales; pero comparativamente la región del estrecho de Bering es más bien estable, y aun en las islas cercanas a él el estudio de las terrazas y playas antiguas indican que el movimiento vertical pleistoceno no excedió de unos diez metros. Por lo demás, la tersura del fondo en el mar de Bering es otra buena prueba de una prolongada sumersión, ya que los sedimentos marinos, de gran potencia, han nivelado cualesquiera colinas o valles producidos cuando era aquella tierra firme, expuesta a la erosión normal. Ahora bien, la elevación de un terreno sobre el nivel del mar, depende de su distancia al centro de la Tierra y del nivel de ese mismo mar que le rodea, y esta consideración elemental da la solución de la dificultad apuntada por Hopkins sobre la interrupción del flujo migratorio a partir del comienzo del Pleistoceno.

En efecto, durante el mismo Pleistoceno, como consta por los fósiles americanos, vinieron de Asia numerosos géneros de roedores al principio del período; les siguieron más tarde los mastodontes, mamuts, bueyes almizclados, etc...; no basta, pues, para explicar los hechos, la altitud de ese suelo durante la Era terciaria: hay que probar que después de ella quedó en seco un espacio vital apto para tal fenómeno biológico. De aquí la pregunta concreta: ¿cuáles fueron los niveles del mar durante ese millón de años en que ocurrieron las migraciones? La cubicación del hielo de las glaciaciones da las cifras extremas de 40 a 270 metros menos que el nivel actual; y el estudio de los atolones en el sur del Pacífico demuestra con certeza que en esos parajes hubo de ser del orden de los 100 metros; más abajo de esa profundidad no pueden vivir los corales que lo formaron, y

como las islas calizas en que se hallan tienen su base a varios kilómetros de profundidad, la superficie de las aguas hubo de estar necesariamente a esa altura.

Los valores sucesivos de esas variaciones cuaternarias y el calendario por el que se rigieron se deducen con bastante exactitud de las huellas que dejaron en la desembocadura del Mississipi; en aquellos tiempos, una docena de grandes ríos entraban en el golfo de Méjico, y al acumularse el hielo en altas latitudes con el subsiguiente descenso de las aguas, esos ríos continuaban su curso por el sitio abandonado en seco, y además corrían más velozmente por esa pendiente más pronunciada, abriendo valles profundos; al retirarse los hielos y subir de nuevo las aguas, la velocidad se reducía y los sedimentos fluviales se depositaban más arriba. Si la corteza terrestre se hubiera mantenido inmóvil durante tales vicisitudes, cada ciclo hubiera borrado las huellas de los precedentes; pero la gran sedimentación que implicaron aportaciones tan enormes desde largas distancias, inclinaron la plataforma continental, oprimiéndola contra el fondo del golfo y elevándola por la parte opuesta, tierra adentro.

Hoy la sucesión de llanuras inundadas de esta suerte forman una serie de terrazas escalonadas, la más antigua de las cuales, cerca de Memphis, Tennessee, se encuentra a 107 metros sobre el nivel actual del río y su declive hacia el mar es de 1.5 metros por kilómetro; las cifras respectivas para la terraza siguiente son 61 y 0.9; para la tercera, 30.5 y 0.22, y para la cuarta, 12 y 0.09; el gradiente de hoy es 0.47 metros por kilómetro. Por ser tan frecuente en estos parajes la prospección petrolífera con millares de perforaciones en las aguas próximas al delta hasta adentrarse casi 50 kilómetros en el golfo, la sucesión de sedimentos, reveladores del proceso milenar, constituyen un abundante material de investigación geológica, cuando esas tierras estuvieron expuestas al aire, se oxidaron, y este hecho se aprecia a simple vista por su color rojizo anaranjado, a diferencia de las que permanecieron bajo las aguas. A mayor abundamiento, no pocos organismos fósiles, cuya profundidad se conoce con toda precisión, y su datación radiactiva, ha acabado de completar el cuadro cronológico.

Con estos datos se puede afirmar que la fase glacial denominada del Wisconsin llegó a su máximo hace 40.000 años e hizo descender el mar 140 metros, con lo que el puente de Bering hubo de aumentar considerablemente su anchura, ya que le bastaba un descenso de sólo 46 metros para alcanzar unos 320 kilómetros, y siendo tan escaso el declive del fondo marino, tal extensión sería mucho mayor y por tanto para los 140 arriba citados resulta una anchura de más de 2.000 kilómetros, y algo parecido ocurría durante las fases máximas de las demás glaciaciones. Añádase la circunstancia favorable de que los hielos no impidieron la vida animal ni vegetal durante esas fases máximas y mucho menos durante los períodos interglaciales, puesto que los

datos geológicos han probado su ausencia en ambas orillas del estrecho: entre otras pruebas está la naturaleza de los sedimentos analizados, que no proceden de glaciares próximos, sino a lo más de témpanos flotantes.

Todo esto evidencia la paradoja de un océano Artico caliente, sobre el cual soplaban vientos húmedos procedentes de las nevadas de la bahía de Hudson, donde el glaciar tenía su centro de gravedad; Alaska occidental hubo de tener una precipitación escasa y los hielos no se acumularon allí, como lo prueban por otra parte los habitantes que pudieron permanecer en condiciones aceptables, a juzgar por los restos de su cultura, así como los árboles fósiles en depósitos pleistocenos hallados en la península de Seward; no obstante, el régimen climatológico del puente tendría que ser semejante al de la tundra actual. Por esta causa y por las alternativas de apertura y clausura de tal paso, no quedan del todo satisfechos los zoólogos y botánicos, quienes exigen vía más libre durante todo el tiempo global de las glaciaciones. Por lo demás, los animales que pasaron de uno a otro continente no eran los propios de climas fríos; al revés, precisamente algunos de ellos no llegaron nunca a América, por ejemplo, el rinoceronte lanudo. Por el contrario, vinieron los que se propagaron más fácilmente durante los períodos interglaciales; aunque desde luego puede admitirse que su emigración ocurriera en tales intervalos. Y de mucho mayor peso es la razón de los botánicos para demandar una anchura permanente de suficiente amplitud; Eric Hultén de la Universidad de Lund, en Suecia, ha calculado recientemente que para explicar la distribución de la flora de Alaska y del NE. de Siberia, el puente tendría que haber tenido por lo menos 1.130 kilómetros.

Admitido en todo su valor el argumento biológico, queda sólidamente demostrado que un puente mucho más ancho que lo es hoy la península de Alaska, unía Asia con América durante una gran parte del Pleistoceno y los indicios de que era llano y sin soluciones de continuidad son manifiestos; animales voluminosos circulaban libremente por él durante los 80.000 años del período de Wisconsin, y probablemente durante largos espacios de tiempo del intervalo interglacial anterior a él. En cuanto al hombre, hubo de cruzarlo antes de terminar dicho período, y evidentemente lo hizo en persecución de los animales; verosimilmente lo hizo por las regiones costeras de entonces y no por donde hoy se halla el estrecho; sus restos tienen que estar cubiertos no solamente por los 100 metros de agua, sino también por unos 30 de sedimento más moderno; por lo cual los futuros arqueólogos no se sorprenderán de encontrar alguna vez pruebas de la presencia del hombre en Norteamérica de 50.000 o más años de antigüedad (3).

El mecanismo de una emigración tan amplia difiere bastante de otras en sitios diversos, comprobadas en Eurasia; prescindiendo de los vegetales, donde todo se reduce a que las semillas esparcidas naturalmente arraiguen

mejor en terrenos favorables cada vez más apartados, y así avancen siguiendo la línea de la menor resistencia, en general toda movilización biológica está impulsada por la presión de población, en cuanto que al comenzar a escasear en alguna parte los medios de vida, en proporción al número de sus habitantes, tienden éstos a buscarlos más allá, donde los haya; y unas veces será el instinto quien les guiará hasta encontrarlos; otras, si se trata de seres racionales, podrá preceder la exploración en diferentes direcciones, hasta *saber* a dónde han de dirigirse. En nuestros días y gracias al sistema del anillado de aves, se han comprobado movimientos migratorios de enormes dimensiones, debidos a los dos factores principales de la vida animal: el sustento y el ciclo de reproducción. Por la escasez periódica de peces en diversos parajes, el petrel australiano describe un circuito que comprende nada menos que una circunvalación completa al océano Pacífico a lo largo de las costas de América y Asia, seguida de otra menor, asimismo circular, entre Australia y Nueva Zelanda: todo ello perfectamente combinado con las estaciones del año y con las direcciones de los vientos dominantes.

La memoria hereditaria desempeña no pocas veces un papel importante, y desde luego maravilloso en este mecanismo: las aves de la Columbia Británica suelen emigrar a las islas Hawái y sus hijos son los que vuelven al punto de partida en vuelo largo y difícil: acaso en tiempos lejanos, ambas regiones estaban más cerca una de otra y el vuelo era fácil, pero en virtud del hábito heredado continúan estos viajes, a pesar de todo. Igualmente, las anguilas y truchas, después de desovar en los ríos de Europa, van a las Bermudas, donde mueren; y sus hijos vuelven *al mismo río* de donde vinieron sus padres. Ante semejantes hechos comprobados en todos los tiempos, decía el genetista Bateson: «Si vitalismo es admitir la imposibilidad de explicar por física y química los fenómenos vitales, ¿quién no será vitalista? Es verdad que en todo ser vivo hay cierta obediencia a las leyes de la materia, pero quien obedece es un núcleo de mentalidad envuelto en esa materia: ¿se puede seriamente decir que este poder de dirección y regulación se debe al encuentro fortuito de átomos? ¿Puede el arroyo subir más arriba de la fuente?» (5).

EL HOMBRE DE LA EDAD DE PIEDRA

Con notable frecuencia se publican noticias de última hora acerca del resultado de excavaciones, comenzadas algunas hace varios años y hoy fructuosamente continuadas, y otras *novísimas*, fruto de investigaciones previas de carácter geológico o geofísico, mediante las cuales se aumentaban las probabilidades de hacer descubrimientos interesantes. Hace cuatro años,

al reseñar los trabajos de esta clase realizados en Olduvai, Tanganika, hacíamos notar la ausencia de restos humanos entre una gran abundancia de objetos fabricados por los habitantes de la región; en 1961 ya se encontraron porciones del esqueleto de dos de ellos, un niño y un adulto, así como un instrumento de hueso junto a ellos, probablemente destinado a la manufactura del cuero; aún no se ha dado nombre a esta raza, que, por haberse hallado sus restos a nivel inferior al del *Zinjanthropus*, descubiertos ambos por L. S. B. Leakey, han de pertenecer a fecha más remota.

A pesar de ser más antiguos, estos huesos son más *humanos* que los del *Zinjanthropus*: los del niño, de unos once años, comprende el cráneo, parte de la mandíbula y de una clavícula, y porciones de las manos y un pie; el cráneo carece de la cresta sagital pitecoide del *Zinjanthropus*, pero en cambio, presenta dientes muy parecidos a los del Procónsul, simio africano-oriental de hace unos treinta millones de años; las proporciones de la clavícula indican en este homínido una capacidad torácica mayor que la del hombre moderno. La muerte del niño se debió probablemente a un fuerte golpe en la cabeza; los restos del adulto son mucho más incompletos: huesos de una mano, una clavícula y algunos dientes.

En cuanto a la datación radiactiva, nada se puede hacer por el método del C 14, cuyo límite de 50.000 años queda muy lejos de la gran antigüedad de unos y otros restos mencionados; por el del K-Ar, Evernden y Curtis analizaron en la Universidad de California seis muestras minerales pertenecientes a estratos superiores e inferiores al sitio donde estaban el *Zinjanthropus* y los demás esqueletos. Obtuvieron un valor medio de 1.750.000 años, con un error probable de un par de cientos de millares; pero las muestras superiores, más recientes, mostraban signos de descomposición por los agentes atmosféricos, de suerte que la edad de los inferiores es más de fiar, y por tanto la cifra dada queda más bien corta y podría alargarse hasta el par de millones: esto prolongaría más de lo debido la antigüedad del comienzo del Pleistoceno; pero los datos cronológicos de éste también son algo dudosos.

El paleolítico de Isimila

Al sur de Olduvai, y en las cercanías del mismo valle, perteneciente a la continuación africana de la cresta oceánica mundial, se encuentra, entre otros, uno de esos yacimientos paleontológicos que pudiéramos llamar privilegiados, en oposición a los de latitudes más altas, donde las glaciaciones perturbaron y dislocaron las huellas del hombre prehistórico, sus restos y los de su cultura. Porque un estudio fructuoso de tales datos solamente se puede hacer en el «contexto arqueológico», es decir, cuando se hallan en

el mismo lugar todos los elementos de juicio, tales como estuvieron en el tiempo pasado; en cambio, ocurre a veces en Europa que la acción de los hielos en su avance y retroceso han dispersado y separado unos de otros, invalidando así los argumentos fundados en la proximidad de instrumentos a sus presuntos fabricantes. Nada de esto ocurrió en el Africa Central, donde no hay señales apenas de glaciación y las cosas están en el mismo estado aproximadamente en que se hallaban durante el período Achelense, a cuyo género pertenecen los instrumentos aquí descubiertos; por tanto, entre los 300.000 años de antigüedad a mediados del Pleistoceno y los 75.000, en el final del último período interglacial; a juzgar por las formaciones geológicas representadas en Isimila, parece haber sido habitado este lugar durante pocos milenios, hacia el fin del Achelense.

La historia geológica de este núcleo de población ha podido ser reconstruida por Hardemann y Pickering, de la Geological Survey de Tanganika: hace millones de años era un valle de un río importante; más tarde, una serie de elevaciones y depresiones transformó el terreno, reduciendo el antiguo valle a un estrecho seno, situado a unos 1.650 metros de altitud y atravesado por un río de escaso caudal. Durante un período de intensa lluvia, a mediados del Pleistoceno, las colinas próximas estuvieron pobladas de árboles; hay cinco lechos diferentes de sedimentos gruesos, y erosiones recientes han puesto al descubierto una gran parte de los tres pisos superiores, que es donde se han hecho las excavaciones actuales: contienen abundantes instrumentos esparcidos por muchos sitios antes habitados, pero por ser las tierras muy ácidas no hay huesos de hombres ni de animales, excepto un solo diente de hipopótamo. En el cuarto estrato sí se hallaron restos de animales, unos extinguidos y otros actuales: el esqueleto de un hipopótamo, al que faltaban la cabeza y las patas, y que parece haber sido muerto y descuartizado por cazadores; y en las capas ínfimas también había instrumentos, aunque pocas señales de haber sido habitado el lugar.

No menos de 809 son las hachas, cuchillas y otros accesorios de sílex, sin contar innumerables restos de artefactos a medio fabricar, desechados después del uso o simplemente residuos de la fabricación; todos ellos han sido cuidadosamente clasificados y distribuidos según el sitio en que fueron hallados. Predominan en todos ellos las hachas de mano, cuchillas y raspadores de forma oblonga, y escasean más bien los objetos redondeados, discoidales o esferoidales, así como los punzones. En cambio, no había nada de madera ni señales de fuego.

El cuadro de la vida del hombre paleolítico, que se deduce de las investigaciones en Isimila, como también en otros sitios igualmente favorables al modo dicho, nos muestra una industria mucho más variada y especializada, y un grado de organización social mucho más alto del que hasta ahora se solía admitir. La misma abundancia de los restos enumerados constituye

de por sí un enigma: ¿para qué necesitaban tantos instrumentos?; desde luego no era tarea larga ni difícil: en la actualidad, un explorador diestro puede hacer uno en pocos minutos con una de las muchas hojas o escamas de milonita que sirvieron entonces de materia prima; también es obvio que fueran desechadas a medida que perdían el filo; pero a pesar de eso, resulta desproporcionado su número (4).

El Neolítico de Hacilar.

La extensa meseta de Anatolia ha sido siempre un desafío para los arqueólogos: al Sudeste se encuentra la fértil comarca, donde hace 9.000 años el hombre del Neolítico inferior comenzó a dedicarse a la agricultura y a vivir en poblados; al Noroeste está Grecia como entrada a Europa oriental, y es lógico que ese hombre neolítico y su cultura pasasen desde el punto de origen (lo que hoy es Israel, Líbano, Jordania, Siria, Norte de Iraq y Oeste de Irán), hacia Occidente, para habitar en la Península de los Balcanes; y sin embargo, hasta hace pocos años no había rastros de tal jornada: semejante laguna resultaba enigmática. Por una parte, los restos neolíticos más antiguos de Grecia y los Balcanes revelaban claramente un origen del Oriente Próximo, sobre todo en ciertos tipos de cerámica pintada bastante perfeccionada; y por otra, únicamente en Mersis y Tarso, es decir, en las tierras bajas cercanas a la frontera de Siria, se habían hallado restos neolíticos: no pocos años de excavaciones infructuosas dieron resultado negativo en toda el Asia Menor; hasta se llegó a pensar que para salvar la barrera del Tauro, aquellos representantes de la cultura siria y mesopotámica se habían aventurado a buscar en la navegación hacia el Oeste la solución de su problema emigratorio.

Hoy ya se ha puesto en claro que tales teorías extremas son innecesarias: los eslabones intermedios de esa cadena se han encontrado en el sitio donde lógicamente habían de estar, es decir, en la meseta de Anatolia; uno de ellos, próximo a la población de Hacilar, cerca del extremo occidental del Asia Menor, contiene valiosos restos del Neolítico inferior, cuando aún no existía entre ellos la cerámica, y llega hasta el Calcolítico, en que el uso del cobre alterna con el de la piedra: esta cultura enlaza perfectamente, así con la del Oriente Medio como con las del Norte de Grecia; su emplazamiento se descubrió en 1956, a veinticuatro kilómetros al Oeste de Burdur, y era un montículo lleno de piezas de cerámica pintada, algunas intactas, otras en fragmentos, y cubiertas por otros restos posteriores. Las excavaciones comenzaron el año 1957 y continuaron hasta 1960; se trata de tres culturas distintas superpuestas, y abarcan una duración total de 2.000 años.

El lugar de esta pequeña colina mide solamente 133 metros de diáme-

tro y su altura sobre el campo cultivado que le rodea es de 1.8 metros, hasta el punto de que no se advierte su presencia desde la carretera que pasa cerca de él; probablemente fue elegido a causa de estar próximo a una fuente que todavía mana de una gran roca caliza que domina la ciudad moderna actual, Hacilar, situada a unos 900 metros de altitud; la lluvia en esta región es de 500 milímetros por metro cuadrado anuales y su producción es de cereales y pastos; pero a juzgar por los huesos de ciervos y jabalíes hallados en el yacimiento, hubo de estar entonces poblada de árboles. La estructura del montículo es bastante peculiar: después de la destrucción de cada poblado, los ocupantes posteriores allanaron esas ruinas y edificaron sus casas encima; nada menos que 16 niveles diferentes de edificación se han podido identificar en tres metros de espesor. Los siete inferiores, sin cerámica, aunque no han sido datados por el C 14, probablemente pertenece al séptimo milenio antes de J. C.; en la nomenclatura empleada para esta excavación, se les denomina Hacilar Acerámico I-VII. Sobre ellos hay sesenta centímetros de tierra virgen, correspondientes a un intervalo de varios siglos, y los que edificaron nuevas casas inmediatamente encima poseían ya una cultura neolítica bastante refinada; el C 14 ha revelado que éstos vivieron allí solamente durante tres siglos, aproximadamente entre 5700 y 5400 y dejaron huellas de cuatro distintos niveles de ocupación; les siguieron, después de la destrucción del poblado neolítico, hombres del Calcolítico, que residieron allí por espacio de seis siglos, distribuidos en seis niveles, que terminan hacia el 4800 antes de J. C.

Método sedentario de vida, con primitiva agricultura, acaso con animales domésticos, y casas rectangulares de adobes, son los caracteres de los pueblos neolíticos acerámicos del Próximo Oriente; los de Hacilar son semejantes, y sólo difieren en pormenores, tales como un enlucido más cuidadoso de cal en las habitaciones principales, hornos de pan y patios (lo que reducía el peligro de incendio), y huesos de perros, ovejas, cabras y demás ganado; no hay vestigios de armas de caza. Abundan los utensilios: leznas de hueso, hachas de piedra pulimentada con mangos de cuerno de ciervo, y numerosas láminas fabricadas con sílice de origen local, así como de obsidiana procedente de volcanes próximos, y que probablemente servían para insertarlas en hoces. No se han encontrado tumbas, pero sí cráneos amontonados con piedras en el suelo de muchas casas, indicio de un culto a los antepasados como protectores del hogar.

La segunda serie de pobladores eran ya expertos en la cerámica, y tanto las vasijas de barro como las de piedra, estatuas de arcilla y arquitectura, arguyen un desarrollo previo muy adelantado, anterior a su llegada a Hacilar. La mayor parte de la información existente acerca de ellos procede de los que ocuparon este sitio en sexto lugar, cuyo fin se debió a un incendio: precisamente por esa causa dejaron allí numerosos objetos, inúti-

les ya para ellos, y que de otra suerte se hubieran llevado consigo. Las casas de ese período eran edificios relativamente vastos: consistían en espacios cerrados de unos seis metros de ancho y de ocho a doce de largo, con acceso mediante una amplia puerta de entrada hacia la mitad de su longitud; sólidos postes servían de sustento a un piso superior, que en uno de los edificios se ha visto que tenía acceso por una escalera exterior bien construida y provista de una balaustrada; de los pisos superiores no quedan restos indetectables, pero verosíblemente serían parecidos a los actuales en esta región, y en general toda la arquitectura se parece mucho a la del Neolítico superior.

Las casas de estos niveles tenían muros de un metro de ancho, construidos con adobes grandes plano-convexos sobre cimientos de piedra y cuidadosamente enlucidos; para cada edificio había un hogar elevado sobre el suelo y un horno cubierto con techo plano, y en algunos, amplios armarios en la pared: hasta se halló en uno de los pilares de ladrillo tres nichos a modo de cajones de una cómoda, y junto a él una especie de ventanillo que daba a la casa contigua, tapiado hasta cierta altura, acaso por un vecino poco sociable... En más de un molino de mano se encontraron todavía granos a medio moler, señales de lo repentino del fuego, que les obligó a abandonar aquel sitio; varios restos de huesos humanos prueban que hubo víctimas, aunque verosíblemente la mayor parte pudieron escapar. La gran cantidad de utensilios domésticos indican un próspero estado de su agricultura, confirmado por las muestras de trigo, cebada, lentejas, etc., así como los adornos grabados manifiestan su sentido artístico, y algo parecido a ruinas y telares prueban su grado de progreso industrial.

La cerámica de esta época es fina, de color rojo, pardo o de ante; a veces alternan diversos colores; en casi todas las casas hay losas de piedra en las que, a semejanza de los monolitos occidentales, están grabadas con trazos simples, facciones humanas, y en alguna había en su lugar ídolos de arcilla de manufactura primitiva, presuntos lares que sustituyeron a los cráneos de sus predecesores; pero es de notar el contraste entre lo imperfecto de estas esculturas y lo bien trabajadas que estaban las demás piezas citadas: acaso eran restos históricos o copias fieles de lo antiguo, en virtud de una tradición religiosa. Porque efectivamente, y por primera vez en la prehistoria del Próximo Oriente, se hallan aquí figuras humanas de notable realismo: parecen ser también ídolos, aunque posteriores a los mencionados arriba, y representan mujeres tales como probablemente eran las de aquel tiempo, en estatuillas de 30 centímetros de altura; algunas llevan faldas cortas o delantales, tiaras en la cabeza o un peinado bien visible y vario en unas y otras: se hallaron unas 25 figuras más o menos completas y en posiciones diferentes, solas o acompañadas en el mismo grupo escultórico por niños, animales, etc.

En el penúltimo nivel aparecen diferencias marcadas en circunstancias secundarias; por ejemplo, los objetos de culto ya no están en cada morada, sino en una especie de templo común para todo el poblado, que pertenece ya al Calcolítico; la cerámica es todavía más perfecta y las combinaciones geométricas prevalecen, al menos al comienzo de este período; en cambio las estatuas femeninas son menos artísticas que antes. El fin de estos pobladores en aquel sitio se debió a una acción de enemigos humanos, que edificaron más tarde sobre las ruinas una muralla circular de defensa de 146 metros de diámetro; el montículo vino a ser el centro de un patio de 90 metros de anchura y la población de esta fortaleza pudo ser de 500 a 1.000, de modo que el nivel último más reciente llegaría a ser una especie de castillo real en vez de un pueblo fortificado. Sus muros fueron nuevamente edificados y reforzados, aumentando su espesor; en ellos ya no había puertas de entrada. Pocas diferencias se notan en cuanto al arte y la industria doméstica respecto de los niveles inferiores: las figurillas son cada vez más estilizadas y en la cerámica hay aumento en el número y variedad de los recursos figurativos.

A su vez, estos ocupantes del lugar sucumbieron ante nuevos invasores: los pisos superiores fueron pasto de las llamas y cayeron sobre los moradores de las plantas bajas, donde se han hallado grandes masas de huesos calcinados, piezas rotas de cerámica y capas gruesas de ceniza; parece que los supervivientes intentaron una restauración, pero ya con escasez de recursos, de los que apenas quedan residuos; la llegada de estos desconocidos destructores puso fin a una de las culturas de más alto nivel artístico del Oriente Próximo: Hacilar desapareció sin haber ejercido influencia directa conocida en los sucesores que habitaron después de ellos la meseta de Anatolia, ya que al tiempo de sucumbir ellos a la violencia, la cultura neolítica se estaba abriendo paso hacia Europa (6).

Poblados suizos pseudolacustres.

En 1854 el arqueólogo suizo Fernando Keller daba a conocer la existencia de un campo de postes a orillas del lago de Zürich, y por el mismo tiempo los etnólogos habían dado noticia de los poblados polinesios edificados sobre esta clase de soportes en las aguas someras del Pacífico; la relación era obvia y fácil de deducir, de modo que durante un siglo perduró la creencia de tal género de vida en los primeros pobladores de Suiza, y en algunos museos se exhiben reconstrucciones de esos pueblos sostenidos por estacas en las tranquilas aguas de los lagos. Solamente en 1920 empezaron a aplicarse métodos geológicos de exploración adecuados en el SW de Alemania y empezó a corregirse esta primera impresión de fundamento pura-

mente imaginario; comenzó a discutirse la cuestión y hoy está perfectamente comprobado que aquellos primitivos pobladores vivieron, sí, a orillas del lago, pero no sobre plataformas lacustres.

Las excavaciones recientes comenzaron en 1957, y aunque el inventario de los descubrimientos no podrá ser publicado hasta 1963, se conoce un avance suficiente para darse cuenta de la realidad. Se trata de un lago pequeño, el de Burgäschli, al NE. de Berna, cuyo diámetro mide tan sólo unos 500 metros; y en sus orillas se han encontrado los restos de cuatro emplazamientos neolíticos separados entre sí: uno en el siglo XIX, tan deshecho, que su valor arqueológico es casi nulo; otros dos fueron objeto de excavaciones más recientes y parcialmente estudiados, y el cuarto, situado en la orilla sur del lago, es el que ahora se está investigando; la labor actual servirá para dos fines: completar y situar debidamente al Neolítico al norte de los Alpes, y resolver definitivamente el «problema» de los poblados lacustres.

Daticiones de C 14 indican que estos hombres vivieron allí en el primer cuarto del tercer milenio antes de J. C. y permanecieron durante un siglo; cuando llegaron, vieron una amplia extensión de terreno sin árboles, perfectamente acomodado para su cultivo, y el lago, que se formó hasta adquirir proporciones moderadas durante la última glaciación, se había reducido un tanto, dejando en sus orillas conchas de moluscos y depósitos calizos y carbónicos de los que se forman en las raíces de las plantas: en una palabra, una tierra bien abonada y fácil de cultivar. Pero a estas ventajas acompañaban ciertos inconvenientes: el subsuelo era húmedo y poco firme para sustentar el peso de los edificios; y la comparación entre lo que se sabe hicieron en casos semejantes los hombres del Mesolítico y los sucesivos habitantes de este pequeño lago, permite reconstruir el proceso de una técnica cada vez más perfeccionada y de una solución cada vez más radical del problema.

He aquí, esquemáticamente indicados, los procedimientos empleados a lo largo de varios milenios: hacia el año 5000, cabañas medianamente construidas en cuyo suelo se amontonaban previamente tierra suelta, escombros, etcétera; un milenio después ya hay casas rectangulares con armazón sólida y postes hincados en el suelo; otro milenio más tarde, los agricultores de Burgäschli combinaron estos elementos con otros soportes accesorios que mantenían la capa de tierra aisladora en su lugar: algo así como una estructura de cimientos entrelazados con postes pequeños para darles cohesión; en el año 2000 se usan en las casas pavimentos de madera, que los separan del suelo húmedo; y por último, es posible que posteriormente se llegase a lo que aun hoy se practica en las poblaciones costeras suizas: la separación completa entre la plataforma que sirve de pavimento y la armazón general hincada en tierra, puesto que entre este sistema y el empleado a fines del Neolítico sólo hay un paso. Además, los materiales iban

progresivamente mejorando en cuanto a sus condiciones aisladoras, sobre todo con el uso de la arcilla, mientras al revés, por estar fuera de la acción del aire, en la actualidad no pocos de los postes y otras partes de edificios se han preservado intactos de la putrefacción bajo el agua.

En las inmediaciones de los poblados hay grandes montones de escombros y desperdicios, entre los cuales se han encontrado valiosos restos de aquella cultura en forma de instrumentos y artefactos de todo género, así como huesos de animales, de los que el 80 por 100 son de especies salvajes, tales como el ciervo, auroc, oso, zorra, castor, etc.; los demás son de animales domésticos, perros, cabras, ovejas y cerdos. Por centenares aparecen vasijas de barro sin ornamentación, se diría que puramente utilitarias, del tipo Cortaillod (de la localidad del lago de Neuchatel, donde se hallaron por primera vez). Hay hachas de piedra, puntas de flechas de sílex, arpones, vasos para beber hechos de cuerno de ciervo y objetos de madera tales como mangos de hachas, cuchillos y hoces; lanzas cortas, mazas, martillos, y unos a modo de taladros destinados a hacer fuego. Acaso el más interesante hallazgo ha sido el de una sarta de cuentas de cobre, de tamaño gradualmente mayor hacia el centro, material raro en esta parte de Europa durante el Neolítico, ya que el mineral de cobre se encuentra mucho más lejos hacia el S., E. y W.; viene a ser una prueba de la existencia de un comercio que ligase al pospaís alpino con las civilizaciones más adelantadas del Mediterráneo.

Únicamente algunos dientes humanos se han encontrado aquí; no hay indicios del modo como disponían de los cadáveres, y se ha dicho que por lo que se refiere a adultos, ello coincidiría con el predominio de la caza sobre la agricultura, ya que los cazadores parece que dejaban a las víctimas de tal oficio a merced de las fieras y de los elementos. Otros aspectos de su vida civil son manifiestos por la misma disposición de sus casas: para cada vivienda particular se ve marcada la entrada con una especie de camino de troncos pequeños transversales, siempre en lucha con la humedad del suelo (nuevo y evidente argumento de que el emplazamiento era sobre la orilla y no en medio de las aguas); por tanto, nos hallamos ante una vida de familias pacíficamente reunidas, remanso un tanto retrasado respecto de culturas más avanzadas que les rodeaban a uno y otro lado de los Alpes; nótese que sus contemporáneos egipcios por este mismo tiempo estaban edificando las pirámides (7).

El Paleolítico gravetense.

En este recorrido de Oriente a Occidente llegamos casi al borde de Europa con ocasión de un documentado estudio recientemente publicado por Lacorre acerca del resultado de excavaciones practicadas por él en la denomi-

nada provincia prehistórica de Eyzies. Entre 1880 y los comienzos de este siglo, se habían hecho ya algunas, pero sin orden ni método, en cuanto que se hicieron por quienes no veían apenas en ellas sino un medio de sacar provecho monetario de sus trabajos; y aunque se había dado por terminada la labor y por agotadas las existencias, el autor emprendió de nuevo la tarea durante unos quince años, con interrupciones, y su obra resulta realmente benemérita para el estudio de culturas que distan de nuestros tiempos unos 25.000 años. Se trata, como es frecuente, de moradores que se suceden sobre el mismo lugar con intervalos hasta de varios siglos entre una y otra ocupación.

En el nivel inferior más antiguo están las huellas de hombres auríñacenses de la raza Cro-Magnon, que emplean para sus instrumentos lo que Lacorre llama sílex local, tal como lo hallaban a sus pies; el clima era entonces estepario, a juzgar por los análisis botánicos; pasan los siglos y el clima se hace más frío, aunque no con exceso, y uno de los caracteres diferenciales de los nuevos habitantes es que hacen una selección de materiales, yendo a buscar lejos un pedernal de calidad más fina; también lo es la manufactura de los diversos instrumentos: por un lado sus cuchillos están bien afilados, y por el otro cortados perpendicularmente al borde para facilitar su manejo; hay puntas de flechas pequeñísimas y bien talladas, con las que verosíblemente no podrían cazarse más que pájaros y animales de reducido tamaño, y del mismo modo los raspadores o sajadores que podrían servir para cortar la carne o desollar las piezas de caza. Son de notar dos circunstancias implícitas: el uso de las flechas significa el del arco, y el cuidado con que eran trabajados tales instrumentos se advierte desde los niveles más antiguos.

Otros artefactos estaban destinados a labrar el cuero o la madera, indicios de una industria bastante desarrollada, sin que falten objetos de adorno hechos con conchas de moluscos, piedras grabadas o ahuecadas para servir de lámparas, huesos tallados en numerosas formas, entre los que ocupan un lugar preferente las astas y dientes de reno asimismo esculpidas. La misma industria con iguales características ha sido hallada por Lacorre en Túnez, asociada a un esqueleto humano semejante al hombre de Combe-Capelle, de la misma época (8).

EL FUEGO, FACTOR GEOLÓGICO

Hay pruebas de que el fuego de origen natural, opuesto al dirigido por la mano del hombre, así en tiempos prehistóricos como actuales, ha modificado notablemente la evolución del suelo vegetal y consiguientemente la de los climas terrestres. Bajo ambos aspectos, importa considerar hasta dónde se extiende el influjo humano en la creación o destrucción de ese suelo del

que depende la vida sobre la Tierra, influjo que a través de los tiempos se ha manifestado precisamente por el uso o abuso del fuego como factor geológico.

Siendo la tierra firme solamente un tercio escaso de la superficie terrestre, todavía los hielos, montañas y desiertos dejan apenas una octava parte habitable; en ella la vida vegetal, animal y humana tiene que sustentarse, y entre la prosperidad de esa vida y la muerte universal por hambre no hay más que unos 20 o 30 centímetros de tierra fértil, que según se ha calculado, tarda en formarse a razón de dos o tres centímetros por milenio; y si hemos englobado juntos a los tres géneros de vivientes es porque su suerte está íntimamente ligada y la perturbación del equilibrio en uno de ellos repercute necesariamente en los demás; así se ha dicho con razón respecto del sustento humano que toda carne es hierba, puesto que la materia orgánica sintetizada por las plantas es la base directa o indirecta de su alimentación. Cuando el hombre primitivo apareció en la Tierra y durante los 99 por 100 del millón de años que fácilmente se le concede a su estancia en ella, vivió formando grupos dispersos y como perdidos en la selva, siendo un mero espectador de lo que sucedía en torno suyo, cuando no víctima de la furia de los elementos, entre los que había que contar el rayo y los incendios por el mismo provocados; tan sólo en la última centésima parte de ese largo período, es cuando comenzó a tomar la iniciativa en no pocos aspectos de la evolución geológica.

Aunque algunas civilizaciones, como las de Egipto, India y China, comienzan antes de los 10.000 años mencionados, tal influjo apenas se adelanta un poco más; luego va creciendo aceleradamente hasta llegar a las empresas de la ingeniería moderna, que en verdad puede atribuirse un dominio de dimensiones a veces geológicas; durante ese tiempo, como se ha dicho oportunamente, el «homo sapiens» se convierte en «homo oeconomicus», pero ni en los comienzos ni a veces en nuestros mismos días, ha desempeñado siempre satisfactoriamente su papel. Los motivos del hombre primitivo y salvaje para incendiar bosques y campos fueron muy diversos; ahuyentar los animales que pretendían cazar, abrirse camino para sus viajes, como arma guerrera de ataque o defensa, etc.; hubo que esperar a un estado de cultura superior para que la razón del incendio fuera la preparación del terreno para un cultivo apropiado a sus necesidades, motivo que más tarde ha venido a ser el único en la práctica, de suerte que en tiempos modernos el fuego tiene para el hombre dos sentidos opuestos: o es un accidente desgraciado que se ha de evitar, si se puede, o un medio eficaz de técnica agrícola.

Hoy se ha escrito mucho sobre los resultados a corto y largo plazo, de semejante proceder; están divididos los ecologistas, por ejemplo, acerca de si la riqueza de las grandes praderas del Lejano Oeste en los Estados

Unidos se debe a los incendios, naturales o artificiales, desde tiempos muy remotos, o son una mera consecuencia del clima reinante. Se ha demostrado que la resistencia o supervivencia al fuego de las plantas herbáceas y de los arbustos es muy diferente, según que las raíces o las semillas perseveren por más o menos tiempo después del incendio; y otro tanto sucede con árboles de diversa especie, hasta el punto de que la destrucción por este medio de una de ellas puede dar lugar a que prosperen otras con ventaja para la conservación y mejora del mismo terreno; en efecto, el fuego puede consumir los troncos viejos y dejar con sus cenizas bien preparado el suelo para que arraiguen las semillas más resistentes de los jóvenes. En más de una ocasión, el hombre ha aprendido de la naturaleza a sacar partido de este elemento destructor.

En cambio, si sólo se atiende a la utilidad presente y se abusa de este medio violento de influir sobre las condiciones del suelo, las consecuencias pueden ser graves, sobre todo para el porvenir. Cuatro fotografías de una misma región aparecen en el artículo que aquí estamos resumiendo (1), cuyo dramatismo es de por sí suficientemente persuasivo: en la primera hay una selva pujante de vegetación y de vida; en la segunda, a causa del incendio provocado por los colonizadores, sólo se ven troncos quemados y cenizas; en la tercera, campos cultivados de abundante producción, y en la cuarta, de resultas de haberse esquilado el suelo vegetal y abandonado aquellos cultivos, no se ven más que los efectos de una erosión que ha convertido en desierto vastas extensiones. ¿Se trata de una exageración intencionada para defender espectacularmente una idea preconcebida? Algo podría haber de eso, pero indudablemente la tesis tiene sólido fundamento: el abandono de una tierra insuficientemente productiva, frecuente en muchas partes fuera de Europa (donde se procura regenerarla, porque es vital su conservación) significa una exposición a la acción destructiva de los elementos exteriores y un daño irreparable para su estructura y composición; la pérdida de los coloides, la pulverización y endurecimiento subsiguientes, abren camino fácil a la erosión y la capa vegetativa acaba por desaparecer.

Otro de los efectos del fuego en las selvas es, que además de destruir la porción superficial orgánica allí acumulada, mata también la microflora del suelo, que en gran parte consiste en hongos microrrizos, que viven en simbiosis con las raíces de los árboles, lo que en un espesor de 30 centímetros de buena tierra representa doce toneladas por hectárea; después del incendio aquellos organismos útiles son sustituidos por otros que ya son incapaces de rehacer lo perdido cuando los cultivos se abandonan. Y es de notar que la formación descrita es una empresa milenaria, que no puede suplirse ni improvisarse después.

Algunos ejemplos conocidos confirman lo dicho: Egipto, que hoy ocupa solamente el valle del Nilo, como sucede en China con los del río Azul y el

rio Amarillo, antiguamente ocupaba lo que ahora es desierto y entonces eran campos fértiles; la Cirenaica, en tiempos de los romanos, poseía los famosos jardines de Berenice; el desierto de Libia guarda las ruinas de El Djem, antes Thysdrus, con un estadio capaz de 60.000 espectadores; y el explorador francés Augusto Chevalier descubrió en el Sahara, bajo espesas capas de arena, restos de selvas frondosas en lo que hace solamente 2.000 años era una rica colonia romana. La lista podría completarse con casos semejantes en Arabia, Babilonia y Tibet; pero es preferible, a nuestro propósito, cerrarla con el de Marruecos, donde desde el mismo período de la dominación romana, unos cinco millones de hectáreas de bosques han desaparecido a consecuencia de los incendios provocados para convertirlos en pastos de ovejas y cabras, con los resultados evidentes que hoy se pueden contemplar (2).

LA VERDAD SOBRE EL YETI

Ha pasado ya la fiebre informativa con que, no sólo las revistas de vulgarización, sino hasta la Prensa diaria, recogía ávidamente noticias sobre el yeti o abominable hombre de las nieves; en la actualidad no solamente sigue la discusión en el terreno seriamente científico, en cuanto puede significar la solución de un problema arqueológico y en cierto modo paleontológico, sino que a fines del año pasado se han recogido y sometido a una crítica razonada numerosos trabajos de esta índole, a fin de deducir de su comparación lo que puede haber de verdad en los datos así recogidos y obtener una conclusión final (9).

La captura de este hombre o animal, vivo o muerto, y en su defecto el hallazgo de sus restos identificados sin duda alguna prudente, sería el argumento ideal para probar su realidad objetiva; a falta de él hay que contentarse con argumentos indirectos, cuales son las tradiciones folklóricas, a veces conservadas desde tiempos muy remotos oralmente o por escrito en documentos antiguos, incluso gráficos, en cuya interpretación ha de intervenir la crítica histórica y la sicología; a continuación viene el análisis de primera mano y no meramente por referencias de dudosa autenticidad, de presuntos restos atribuidos a ese sér singular, algunos de los cuales se conservan al presente; por último, están las ya famosas huellas de sus pasos, que como vamos a ver, también han sido objeto de estudio y crítica serena por parte de testigos fidedignos y solventes.

Los elementos de juicio aducidos y examinados por el autor a quien resumimos, comprenden, entre otros, los documentos de la expedición francesa al Himalaya en 1959; los de la dirigida por sir Edmundo Hillary, precisamente para recoger datos verdaderamente científicos sobre el yeti y publi-

cados en 1961; los resultados de otras realizadas con el mismo fin por la Academia de Ciencias de la URSS y publicadas un par de años antes, así como los trabajos del antropólogo checo Vlceq. La bibliografía abarca otras diversas comunicaciones, desde las antiguas de viajeros del siglo XIII, hasta las discutidas en congresos hace uno o dos años.

Las referencias populares son copiosas y precisamente necesitan ser sometidas a una consideración seria que separe cuidadosamente lo que puede haber de realidad y de imaginación, sin olvidar un factor especialmente digno de tenerse en cuenta: que el resultado de las preguntas hechas a los nativos de aquellas regiones depende a veces del deseo que ellos tienen de complacer al que dirige la encuesta, de quien esperan una remuneración proporcionada al interés que en él logren despertar. Hay también el problema lingüístico, puesto que con diversos nombres es conocido este sér en diferentes regiones, o al revés, un mismo nombre corresponde a otros animales bien conocidos de los zoólogos. Así ocurre, según Hillary, con las tres clases de yeti: el *shutch*, de dos metros de estatura, cubierto de pelos negros, vegetariano y pacífico; el *mitch*, de 1.2 a 1.5 metros y cráneo puntiagudo, agresivo, y antropófago, y el *thelma*, de aspecto casi humano, pero que no alcanza sino 60 centímetros de estatura; en el Cáucaso se emplea para designar a un animal de apariencia humana, pero cubierto de espeso vello, el término *almasty*, notablemente parecido al *almass* usado por los habitantes de Mongolia para un bípedo de vida nocturna y apariencia semejante a los *yetis*, que viene a ser un nombre genérico aplicable a todos ellos; la famosa expresión «abominable hombre de las nieves» no es más que una traducción falsa de *mitch* (hombre oso), al que por desprecio se califica de «repulsivo» y de *Kang-mi* (hombre de las nieves).

Diversas especies de animales carnívoros se encuentran en las regiones donde se dice hallarse el yeti, entre los cuales abundan los osos, que frecuentemente adoptan la postura bípeda y que por buscar cerca de los poblados restos que les puedan servir de alimento, o por atacar los rebaños, han sido vistos más de una vez; generalmente esto ha sucedido de noche o en medio de las nieblas producidas por los vientos monzones en las laderas meridionales del Himalaya; de allí proceden casi todos los testimonios aducidos y ese clima es particularmente crudo, sobre todo a altitudes de 5.000 a 6.000 metros, donde los aullidos del viento y las tempestades pueden fácilmente ser interpretados como emitidos por ese monstruo que está en la fantasía de los que lo oyen. En una palabra, las diligentes inquisiciones hechas recientemente por los exploradores citados no han podido obtener sino indicaciones vagas, que a juzgar por las circunstancias psicológicas del ambiente carecen de valor científico; no se excluye la parte de realidad que pueda haber bajo esa corteza, pero mientras tanto la prudencia aconseja abstenerse de afirmaciones aventuradas.

En muy diversos sitios, museos, monasterios budistas, etc., se decía haberse conservado restos del yeti; y en efecto, los exploradores de los últimos tiempos los han visitado.

He aquí esquemáticamente resumidos los resultados de la investigación: a fines del siglo pasado Prjvalski, ruso, daba cuenta de haberle sido mostrado en un monasterio budista, el cuerpo de este *animal*, que efectivamente no era más que un oso disecado; y es de notar una circunstancia curiosa: oyó hablar de él en Mongolia, pero nunca en las laderas septentrionales del Himalaya, donde tampoco ahora prospera la tradición popular, que sin embargo se conserva mil kilómetros más allá; como si esa vertiente, menos abrupta que la del Sur y de clima más tolerable, no fuese propicia para ello. Los sabios rusos son los primeros en negar todo valor histórico a una especie de reproducción artificial del cráneo de presunto origen tibetano, que existe en Moscú en el Museo del Teatro de muñecas, y que tiene un aspecto intermedio entre hombre y mono; pero además de que en el Tibet no hay indicios de tales reproducciones, que servían de máscaras a juzgar por la de Moscú, basta una ojeada a sus dientes (cuatro caninos, ambos superiores, y tres incisivos arriba y abajo), para comprender que es fruto de la fantasía del artista.

De otro género diferente es la supuesta piel del cráneo, cubierta de espeso pelo, de la que se afirmaba existir varios ejemplares en monasterios de Nepal y uno de los cuales, por especial privilegio y con toda clase de garantías, fue llevado por Hillary a París, Londres y Chicago, para su examen. Se ha podido comprobar, sin género de duda, que pertenece al dorso de un equínido de aquella región, el Serow (*capricornis sumatrensis*); aunque no se hubiera reproducido exactamente, como lo ha hecho uno de los sherpas que acompañaban a la expedición, sometiendo al debido tratamiento una piel igual de dicho animal, bastaría a infundir sospechas la carencia de vértice o coronilla, propia del pelo o vello cabelludo, sustituida en este caso por una zona central dorsal a partir de cuya línea salen simétricamente por ambos lados: es decir, que se trata de una manifiesta falsificación.

En cuanto a las huellas, de que se han publicado fotografías, reproducciones plásticas y descripciones minuciosas, se ha de notar ante todo una gran variedad entre estos testimonios, que no concuerdan entre sí, sobre todo en cuanto al tamaño, que en algunos casos llega a ser desmesurado, hasta de más de 30 centímetros, y en cuanto al número de dedos, no siempre cinco, y su unión o separación. Yendo Hillary con sus guías por los contrafuertes del Everest, entre los 5.400 y los 5.700 metros de altitud, halló algunas de estas huellas, que los sherpas, sin vacilar, calificaron como pertenecientes al yeti; pero siguiéndolas hasta una zona orientada al N., y por tanto defendida de los rayos solares, pudo ver que iban disminuyendo gradualmente de tamaño, hasta hacerse notablemente pequeñas y cambiar radicalmente de for-

ma, de suerte que al final del trayecto pudieron ser identificadas como las de un carnívoro semejante a la zorra o al leopardo de las nieves. La transformación se explicaba fácilmente por la acción combinada del calor del Sol que había ahondado y agrandado el hueco primitivo, la helada subsiguiente que había congelado algunas partes divisorias de los dedos, el viento, etcétera. Esta observación puede acaso ser suficiente para poner de acuerdo los testimonios a veces contradictorios y aun el aspecto diferente de unos y otros ejemplares fotografiados o reproducidos en moldes. En conjunto, el estudio de estos datos viene a constituir una lección, no muy fácil de aprender, para enjuiciar las noticias sensacionales de esta clase que algunas veces se propagan en materias científicas.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BOUILLENNE, R.: *Man the destroying biotype*, «Science», v. 135, n. 3.505, págs. 706-712, marzo, 1962.
- (2) COOPER, C. F.: *The ecology of fire*, «Sc. Amer.», v. 204, n. 4, págs. 150-160, abril, 1961.
- (3) HAAG, W. G.: *The Bering Strait land bridge*, «Sc. Amer.», v. 206, n. 1, págs. 112-123, enero, 1962.
- (4) HOWELL, F. C.: *Isimila, a paleolithic site in Africa*, «Sc. Amer.», v. 205, n. 4, págs. 118-129, octubre, 1961.
- (5) MACBRIDGE, E. W.: *The oneness and uniqueness of life*, «The great design», London, 1932.
- (6) MELLAERT, J.: *Hacilar: a neolithic village site*, «Sc. Amer.», v. 205, n. 2, págs. 86-97 agosto, 1961.
- (7) MUELLER-BECK, H.: *Prehistoric swiss lake dwellers*, «Sc. Amer.», v. 205, n. 6, páginas 138-147, diciembre, 1961.
- (8) OSTOYA, P.: *Le gisement de la Gravette*, «La Nature», v. 89, n. 3.317, págs. 393-396, septiembre, 1961.
- (9) VALLOIS, H. V.: *Que savons nous vraiment du Yeti?*, ibid., n. 3.320, págs. 505-514, diciembre, 1961.

Recibido el 28 de marzo de 1962.

Noticias

DATOS ESTADISTICOS

LA INDUSTRIA SIDERURGICA ESPAÑOLA DURANTE 1961

La industria siderúrgica siguió su ritmo de expansión, siendo el crecimiento superior al de los años anteriores. Constituye un hecho significativo que ese desarrollo se deba, ante todo, a un aumento de la demanda interior, al revés de 1960, en que fué la exportación la que sostuvo al sector siderúrgico.

La producción de acero fué superior en un 21 por 100 a la del año anterior, al alcanzar 2.330.000 toneladas. La de fundición aumentó en un 16 por 100, obteniéndose 2.196.000 toneladas métricas, y la de laminados, con 1.186.000 toneladas, superó en un 21 por 100 la producción de 1960.

En el sector siderúrgico las inversiones prosiguen a ritmo acelerado. En 1961, Altos Hornos de Vizcaya puso en servicio un horno eléctrico de 55 toneladas métricas, que es el mayor de España, y comenzó el montaje de un tren continuo de varillas (redondos) para hormigón. ENSIDESA puso en marcha un tren para perfilar y un tren «Steckel», y ha obtenido autorización para instalar otro de laminado en frío de 300.000 toneladas métricas de capacidad.

Otro gran paso en esta industria lo ha dado la Unión de Siderúrgicas Asturianas —constituida por Duro-Felguera, Mieres y Santa Bárbara—, al autorizársele la instalación de un gran tren de laminados que cubrirá alrededor de un 25 por 100 del consumo interior.

LA INDUSTRIA METALURGICA ESPAÑOLA DURANTE 1961

La producción de cinc pasó de 52.000 toneladas, lo que representa un incremento de un 18 por 100 sobre la producción del año anterior. Igualmente, aumentó la producción de aluminio en un 10 por 100, al conseguir un volumen total de 32.500 toneladas. También la producción de cobre electrolítico y afino térmico aumentó de 39.240 a 44.555 toneladas.

LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DE SALES POTASICAS DURANTE 1961

La extracción de sales potásicas tuvo un ligero incremento (0,6 por 100), con un contenido total en K_2O de 289.800 toneladas. Este incremento se debió, principalmente, a la terminación de las instalaciones de flotación de Suria. El consumo interior fué de 70.000 toneladas y se espera que para la próxima campaña se eleve a las 100.000. El precio de los mercados interiores se mantuvo inferior al de los demás países productores de Europa, siendo, en diciembre, de 2.470 pesetas tonelada sobre vagón mina, y el precio de exportación, en idénticas condiciones, de 2.700 pesetas.

LA INDUSTRIA MINERALOQUIMICA ESPAÑOLA DURANTE 1961

La industria química sigue siendo uno de los sectores más afectados por la continua liberalización del comercio exterior y una de las ramas que más contribuyen a la renta industrial. Entre las principales producciones, aumentaron en 1961 las de sosa cáustica (3,6 por 100) y carbonato sódico (23,7 por 100) y pasta de papel (0,4 por 100), mientras disminuyeron las de azufre (-1,2 por 100) y ácido sulfúrico (-8,5 por 100).

En el sector de producción de fertilizantes, la de abonos nitrogenados se elevó a 598.800 toneladas. De ellas, 406.700 de sulfato amónico y 187.800 de nitrato amónico-cálcico. La producción de los abonos nitrogenados ha experimentado un desarrollo extraordinario en el último año (30,7 por 100). Igual tendencia se puso de manifiesto en el consumo, que se calcula se elevó a 1,4 millones de toneladas aproximadamente.

La industria química orgánica, que transforma las primeras materias derivadas de los productos de destilación de carbones y refinería de petróleos, ha alcanzado, hasta fecha muy reciente, producciones muy escasas, dada la pequeñez de las siderúrgicas y refinerías de petróleo instaladas en territorio nacional. La instalación de la gran siderúrgica de Avilés y la ampliación de las factorías de Baracaldo y de La Felguera, principalmente, han permitido que en torno a las mismas surjan verdaderos complejos industriales, en los que la industria carbo-química ha alcanzado importancia.

LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL CARBÓN DURANTE 1961

La producción total de carbón durante 1961 fué de 16,0 millones de toneladas, lo que representa un incremento de un 2,7 por 100 sobre 1960. Este reducido aumento se debe a los pequeños incrementos experimentados en la producción de hulla (0,06 por 100), de antracita (2,6 por 100), y de lignito (16,34 por 100).

De coque metalúrgico sólo se obtuvieron 2,3 millones de toneladas, lo que representa una disminución del 0,8 por 100 sobre la producción de 1960. Sigue escaseando el carbón coqueable, aunque, de día en día, se van efectuando nuevos procesos científicos de mezclas en las coquerías, que permiten destilar carbones que antes no eran aptos.

LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL HIERRO DURANTE 1961

Han trabajado con intensidad las minas de hierro, debido a la gran demanda de las empresas siderúrgicas nacionales. La producción de 1961 se calcula ligeramente superior a los seis millones de toneladas. La producción de Vizcaya fue similar a la del año anterior, 1.600.000 toneladas. La producción vizcaína de minerales se emplea casi totalmente en la siderúrgica nacional, dado que, aparte de su cercanía a esta industria, la producción es de calidad; no ocurre lo mismo con la del resto de España, de la que se exporta la mitad aproximadamente.

La producción de piritas parece haberse estabilizado alrededor de los dos millones de toneladas. Este año alcanzó un volumen de 2,16 millones de toneladas que, frente a los 2,11 de 1960, representan un incremento de la producción del orden de 2,56 por 100.

LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL CEMENTO DURANTE 1961

La producción de cemento artificial se elevó a 6.108.000 toneladas, con un aumento de 900.000 toneladas, lo que supone un incremento del 16,9 por 100 sobre la producción del año

precedente. La cantidad producida se puede considerar suficiente para el abastecimiento del mercado nacional, pero se ha autorizado la creación de nuevas fábricas y la ampliación de las ya existentes, con vistas a la gran demanda que se espera cuando se pongan en funcionamiento los Planes Nacionales de Carreteras y de la Vivienda.

PRODUCCION INDUSTRIAL ESPAÑOLA DURANTE 1961

Según las estimaciones provisionales, la renta industrial española experimentó en 1961 un aumento de 11.157 millones de pesetas, al conseguir la cifra total de 156.055 millones. Esta variación representa un 7,1 por 100 de incremento sobre la de 1960, aunque el aumento se reduce a 6,1 por 100, si se refiere a precios constantes.

Los incrementos más importantes corresponden al sector de metalurgia, siderurgia y maquinaria (12,2 por 100), siguiéndole en importancia el grupo de construcción y materiales de construcción (8,1 por 100), que si bien no ha alcanzado el nivel de 1959, ha mostrado ya claramente los efectos de la entrada en la etapa de reactivación.

Por lo que respecta a la producción, el índice general minero e industrial presentó un aumento del 11,1 por 100 respecto a 1960. Desglosándolo, el incremento fué en la industria de un 11,5 por 100, mientras que el de la minería se elevó tan sólo en un 4,7 por 100. Del aumento experimentado por la producción industrial, correspondió al sector metalurgia y siderurgia el incremento más elevado (14,4 por 100), siguiéndole en importancia: cemento (11,8 por 100), gas y electricidad (10,4 por 100), carbones (2,2 por 100), minerales (6,2 por 100). La única rama mineralúrgica que, habiendo seguido una tendencia creciente en años pasados, sufrió en 1961 disminución en su producción, fue la del coque metalúrgico.

Producción nacional de algunos artículos (en toneladas)

	1961		1960		1959		1951
	TOTAL	Índice sobre 1951	TOTAL	Índice sobre 1951	TOTAL	Índice sobre 1951	
Lingote de hierro ...	2.200.000	338	1.889.000	290	1.643.000	253	650.165
Lingote de acero ...	2.330.000	284	1.926.000	235	1.813.000	222	818.190
Míneral de hierro ...	6.065.000	186	5.611.432	172	4.609.196	142	3.252.267
Carbón ...	15.975.000	124	15.545.519	121	15.643.189	122	12.837.065
Cementos artificiales...	6.108.000	262	5.224.000	225	5.164.245	222	2.322.847
Cinc ...	38.655	182	28.716	135	23.922	112	21.272
Cobre ...	76.803	370	48.000	231	58.351	281	20.769
Plomo (de 1.ª fusión)...	66.000	160	68.304	166	68.605	166	41.242
Salas potásicas ...	1.729.501	163	1.669.290	158	1.596.171	151	1.058.994
Gas (1.000 m³) ...	386.000	140	383.803	139	374.005	135	276.206
Acido sulfúrico ...	1.023.000	181	1.117.000	198	1.130.612	200	565.221
Energía eléctrica ...	20.775.000	250	18.614.000	224	17.353.000	209	8.290.000

LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DEL PETRÓLEO DURANTE 1961

Las importaciones de petróleo crudo, durante 1961, ascendieron a 7,09 millones de toneladas por un valor de 136,2 millones de dólares. La destilación de petróleo en las refinerías

Producción mundial del petróleo (en miles de toneladas)

	1959	1960	1961	1959-60 %	1961 % del total
Total mundial	982.000	1.051.070	1.118.905	+ 6,5	100,0
AMÉRICA DEL NORTE	371.948	372.948	384.200	+ 3,0	34,2
Estados Unidos	347.073	347.121	353.500	+ 1,6	31,5
Canadá	24.875	25.827	30.700	+ 19,0	2,7
IBEROAMÉRICA	187.224	193.266	202.055	+ 4,5	18,1
Venezuela	146.574	147.863	151.000	+ 2,1	
Méjico	13.716	14.125	15.200	+ 7,6	
Argentina	6.350	9.146	12.500	+ 36,7	
Colombia	7.581	7.864	7.500	- 4,6	
Trinidad	5.904	6.126	6.600	+ 7,7	
Brasil	3.083	3.871	4.720	+ 21,9	
ORIENTE MEDIO	230.928	264.994	282.790	+ 6,7	25,3
Koweit	69.533	81.863	83.000	+ 1,4	
Arabia Saudita	54.162	62.065	68.500	+ 10,4	
Irán	45.630	52.050	58.800	+ 13,0	
Iraq	41.730	47.500	49.000	+ 3,2	
Qatar	7.993	8.212	8.300	+ 1,1	
Koweit (zona neutral)	6.051	7.284	8.700	+ 19,3	
Egipto	3.076	3.272	3.700	+ 13,1	
Bahrein	2.253	2.257	2.260	+ 0,1	
AFRICA	2.770	10.424	19.720	+ 89,2	1,8
Argelia y Sahara	1.303	8.548	16.000	+ 87,2	
Nigeria	570	866	2.200	+ 154,9	
Libia	—	—	500	—	
EUROPA OCCIDENTAL	13.328	14.920	16.465	+ 10,3	1,5
Alemania	5.103	5.530	6.220	+ 12,5	
Austria	2.459	2.448	2.370	- 3,2	
Francia	1.622	1.998	2.170	+ 8,6	
Italia	1.695	1.998	2.100	+ 5,1	
Holanda	1.773	1.918	2.100	+ 9,5	
LEJANO ORIENTE	25.584	27.269	26.925	- 1,3	2,4
Indonesia	18.215	20.592	20.600	+ 0,0	
Borneo británico	5.449	4.609	4.100	- 10,9	
MUNDO LIBRE	831.782	883.821	932.155	+ 5,5	83,3
EUROPA ORIENTAL Y CHINA	146.631	167.249	186.750	+ 11,6	16,7
U. R. S. S.	129.500	147.900	166.000	+ 12,2	
Rumania	11.437	11.500	11.600	+ 0,9	
China	3.700	5.500	6.500	+ 18,2	

españolas pasó de 6,97 a 7,59 millones de toneladas. Actualmente, la industria refinera española es marcadamente excedentaria, y de no modificarse inesperadamente las tendencias de las curvas de consumo, seguirá siéndolo durante varios años. Durante el año 1961 se autorizó la construcción de una nueva factoría en el litoral Noroeste de la Península, con una capacidad de refino de 1.200.000 toneladas de crudo al año. Se espera, además, que en 1962 comience la construcción de una refinería y planta petroquímica en Puertollano, enlazada con Málaga a través de un oleoducto de 300 kilómetros. La capacidad inicial de esta nueva refinería será de 30.000 barriles diarios, que se ajusta a la demanda de productos petrolíferos prevista en la zona central de España.

Consumo nacional «per capita» de algunos productos

AÑOS	Carbón Kg.	Cemento Portland Kg.	Lingote de acero Kg.	Lingote de hierro Kg.	Energía Eléctrica KW/h	Acido sulfúrico Kg.	Indice
1925	356	35,65	28,95	22,61	68	11,60	66,72
1930	423	64,12	40,67	26,46	110	8,21	85,46
1935	366	48,09	26,53	13,82	132	13,54	70,24
1940	376	53,98	31,44	22,53	139	8,30	75,90
1941	381	55,79	26,89	20,81	149	8,17	75,31
1942	412	56,99	25,17	20,53	169	6,22	77,96
1943	422	57,02	25,42	20,65	181	4,84	79,75
1944	445	56,71	24,61	20,94	176	10,35	82,24
1945	452	52,99	21,41	17,80	159	13,71	79,66
1946	450	62,17	23,66	18,11	201	10,62	83,84
1947	441	60,08	22,24	18,42	219	13,42	83,59
1948	470	59,55	22,66	18,94	223	19,08	87,98
1949	489	60,78	25,93	22,16	202	20,16	91,23
1950	546	68,77	29,15	23,45	247	23,48	97,63
1951	536	75,18	29,01	23,22	292	24,87	100,00
1952	586	79,99	31,93	26,96	326	25,84	109,82
1953	606	88,25	31,28	27,89	339	23,42	112,82
1954	600	118,75	37,30	29,49	372	26,48	120,30
1955	606	127,58	37,56	32,81	415	31,90	125,71
1956	632	133,72	35,75	30,21	448	30,24	129,25
1957	713	151,93	45,87	32,57	492	33,17	147,43
1958	684	150,15	49,18	41,74	551	35,03	151,72
1959	649	172,75	60,65	54,96	580	37,82	160,34
1960	640	172,89	56,45	48,48	618	37,07	158,40
1961	660	201,78	73,55	62,60	684	33,13	177,50

LA PRODUCCION FRANCESA DE CARBON

La producción de carbón de las minas nacionalizadas de Francia se redujo en el año 1961 a 53,5 millones de toneladas aproximadamente, o sea en un 6 por 100. Para evaluar la producción total francesa, hay que agregar a esta cifra 1,2 a 1,3 millones de toneladas de las minas independientes. Se proyecta en Francia reducir paulatinamente la producción de carbón hasta 53 millones de toneladas en 1965 (frente al total de 54,7 millones de toneladas en 1961).

para ajustarla a la evolución de la economía de la energía. Con este fin se abandonará la explotación de algunas minas situadas en el centro y mediodía del país, que trabajan con costos muy elevados.

LA INDUSTRIA QUIMICA ALEMANA

Las ventas de la industria química alemana durante el año 1961 totalizaron 24.000 millones DM, con un aumento de 4 a 5 por 100, en comparación con el año anterior. El índice de producción del año se elevó en 7 por 100. A la disminución de precios hay que atribuir esta disparidad; es importante, y en algunos sectores se juzga incluso alarmante. A causa de la agudización de la competencia, se ha llegado a una caída franca de precios de algunos plásticos de polimerización, y, recientemente, también de ciertos detergentes.

PRODUCCION ESPAÑOLA ANUAL EN MILLONES DE PESETAS

Ramas de la industria	1959	1960	1961
Metalurgia, siderurgia, productos metálicos y maquinaria...	33.692	33.187	37.240
Construcción y materiales para la construcción ...	29.786	26.203	28.313
Minería ...	3.535	3.986	4.102
Carbones ...	5.182	5.238	5.272

LA INDUSTRIA QUIMICA

El aumento anual durante el último quinquenio de las industrias químicas más destacadas fué de 11,8 por 100 para la alemana y de 6,2 por 100 para la norteamericana y la inglesa.

EL PETROLEO SOVIETICO

El petróleo soviético, que ha experimentado un rápido aumento en su producción, fué en 1956 de 37 millones de toneladas, en 1960 de 147, y se espera sea en 1965 de 223 millones de toneladas. Esto le obliga a la búsqueda de mercados y a la construcción de una amplia red de oleoductos. La exportación de productos petrolíferos, que fué en 1960 de 40 millones de toneladas, esperan alcance en 1965 los 42, claro que esto es a costa de los precios; por ello en la República Federal Alemana el precio es de 54,88 DM, o sea del orden del 60 por 100 del de otras procedencias, precio que para el ENI lo fijó en 49 DM. Se espera que en caso de necesidad para el año 1965, estos precios caigan a 42,50 DM.

EL PETROLEO ALEMAN

La producción de los yacimientos alemanes de petróleo durante el pasado año de 1961, fué de 6,20 millones de toneladas, con un incremento con relación a 1960 de 12,2 por 100.

El incremento mayor de producción corresponde a los pozos situados entre las cuencas de los ríos Weser y Ems, donde ésta fué de 1,58 millones de toneladas, por lo que llegó al 25,5 por 100 del total de la República Federal Alemana, y a los de Hannover, donde alcanzó 2,11 millones de toneladas que equivale al 34 por 100 de la producción total.

RESERVAS MUNDIALES RECONOCIDAS DE T. M. DE URANIO

PAISES	Con precios de 8 a 10 \$/lb U ₃ O ₈	Suplementarias a costes superiores
Canadá ...	300.000	460.000
Africa del Sur ...	300.000	900.000
Estados Unidos ...	180.000	850.000
Francia ...	30.000	20.000
Otros países C. E. C. A. ...	4.000	2.000
Resto mundo libre ...	40.000	1.700.000
Bloque soviético y China ...	2.350.000?	
<i>Total aproximado</i> ...	1.200.000	4.000.000

PRODUCCION DE URANIO EN T. M. DE METAL

País	1958	1959	1960
Canadá ...	10.000	12.200	9.800
Africa del Sur ...	4.800	5.000	5.000
Estados Unidos ...	9.600	12.600	13.650
Francia ...	570	820	1.070
Otros países C. E. C. A. ...	6	27,5	35
Resto mundo libre ...	2.400	2.550	1.880
<i>Total aproximado</i> ...	27.700	33.200	31.600

INDICES DE PRODUCCION MUNDIAL. MEDIAS MENSUALES PERIODO 1929/30/31 100

	Indice general	Minería	Manufacturas	Electricidad y gas	Energía	Mineralurgia y metalurgia	Otras industrias
1950 ...	152	121	99	252	218	74	100
1951 ...	172	130	104	303	225	83	105
1952 ...	196	139	128	341	275	90	135
1953 ...	206	141	136	360	288	91	146
1954 ...	214	146	142	373	296	101	159
1955 ...	240	152	153	440	338	115	159
1956 ...	265	168	157	497	376	131	163
1957 ...	279	181	171	514	394	137	177
1958 ...	305	186	190	567	430	140	196
1959 ...	319	174	199	613	454	151	200
1960 ...	338	176	210	660	481	159	212
1961 ...	368	183	239	718	528	173	230

PRODUCCIONES PRINCIPALES NACIONALES (MILES DE TONELADAS)

	Carbón KTm	Hierro KTm	Acero KTm	Cemento KTm	Energía eléctrica MKW/h
1950	12.386,9	664,2	815,4	2.103,1	6.916
1951	12.837,0	650,1	818,2	2.322,8	8.299
1952	13.654,3	763,0	903,7	2.457,0	9.416
1953	13.984,6	799,7	896,8	2.772,9	10.050
1954	14.152,1	877,4	1.099,9	3.322,6	10.480
1955	14.253,0	963,6	1.213,1	3.751,7	11.922
1956	14.785,9	913,0	1.243,2	3.998,7	13.673
1957	16.499,2	962,4	1.345,7	4.488,8	14.523
1958	17.116,1	1.302,1	1.560,3	4.817,0	16.350
1959	15.643,2	1.629,3	1.810,0	5.164,2	17.353
1960	15.540,0	1.805,4	1.957,4	5.212,3	18.614
1961	15.867,5	2.143,4	2.210,7	5.913,3	20.033

COTIZACIONES Y COMERCIO

REDUCCION O SUPRESION DE IMPUESTOS DE PRODUCTOS PETROLIFEROS

La evolución de las técnicas del empleo de los hidrocarburos ha permitido encontrar nuevas aplicaciones en ciertos procesos industriales a algunos productos obtenidos de la destilación y transformación del petróleo crudo y de los aceites bituminosos. Lo mismo sucede con el empleo de gases licuables del petróleo y sus mezclas, para utilizarlos en las fábricas de gas, como procedimiento de mejorar las características del gas de alumbrado.

Las posibilidades que ofrece esta evolución y la conveniencia del mejor aprovechamiento de esta clase de productos energéticos, que en algunos casos no pueden utilizarse en otras aplicaciones o que están gravados en su posterior comercialización por otras imposiciones, aconseja la reducción o supresión de algunos de los gravámenes actualmente en vigor sobre dichos productos, por su repercusión en el precio final de los mismos cuando se utilizan como materia prima de otros procesos industriales.

Por lo expuesto, y por el Decreto ley de 8 de marzo, se autoriza al Gobierno para que, a propuesta del Ministerio de Hacienda y previo informe del Ministerio de Industria, reducir o suprima los impuestos que gravan los productos derivados de la destilación y transformación del petróleo crudo y de los aceites bituminosos cuando se destinen a materias primas para su utilización en procesos industriales, tales como la industria petroquímica y las fábricas de gas, determinándose la forma en que ha de aplicarse la bonificación.

Se autoriza al Gobierno, en las mismas condiciones señaladas anteriormente, para reducir o suprimir los impuestos que gravan los gases licuables del petróleo o sus mezclas destinados al empleo en las fábricas de gas con objeto de mejorar las características técnicas del gas de alumbrado.

DEMANDA DE PRODUCTOS LAMINADOS

En la Comunidad europea del Carbón y el Acero (CECA) se estima en unos 60 millones de toneladas la demanda de productos laminados en 1965, incluidos los de acero fundido y artículos semiacabados, en los países de la organización, lo que representa un aumento medio de 29 por 100 sobre el consumo real de 1960. Se calcula que habrá diferencias notables entre años y otros productos; de los perfiles pesados y ligeros solamente se esperan aumentos de 20 a 28 por 100.

EL ACERO Y LA ENTRADA DE GRAN BRETAÑA EN EL MERCADO COMUN

Con la entrada de la Gran Bretaña en el mercado común, la producción de acero sería cercana a los 100 millones de toneladas, próxima a la de los EE. UU. y superior a la de la Unión Soviética, problema no muy alarmante por el continuo aumento de su consumo. No obstante, se presentarían algunos problemas interesantes, consecuencia de esta entrada, como son: mejora de calidad, reducción de precios de costo, estudio y conquista de los mercados mundiales.

EL CARBON Y LA ENTRADA DE GRAN BRETAÑA EN EL MERCADO COMUN

Aunque en los países del mercado común, durante el último año descendieron las existencias de carbón a bocarina, debió principalmente al incremento de consumo por la industria siderúrgica, subsiste el problema de falta de mercado, el cual se acentuaría con el ingreso de Gran Bretaña en el mercado común, en momentos en que el consumo energético del carbón sólo representa el 50 por 100 del total en lugar del 75 por 100, que era cuando se creó dicho mercado. De esta forma se llegarían a disponibilidades de cuatrocientos millones de toneladas, lo cual sobrepasaría la producción anual de los EE. UU. y de la Unión Soviética. Dos problemas quedan en pie para los dirigentes: la racionalización de la producción y los problemas de tipo social principalmente dentro de éstos los relacionados con el paro tecnológico.

PRINCIPALES PRODUCTOS MINERALURGICOS DE IMPORTACION (AÑO 1961)

	Tm.	Miles de \$
Aceites crudos de petróleos o de pizarras bituminosas	7.420.578,9	143.050,5
Sulfato amónico	465.611,2	15.917,1
Fosfato de calcio natural en bruto	912.085,5	11.717,1
Chapas de hierro y acero laminadas, estañadas, de menos de 0,5 mm.	42.911,1	9.786,1
Fundición sin clasificar, desperdicios	157.822,2	7.457,7
Mirral de cobre	50.410,1	6.938,2
Oxido de aluminio	80.498,5	6.564,7
Desperdicios y desechos de cobre	10.471,4	6.539,9
Cobre para afino con riqueza entre el 90 y el 99 por 100	9.814,5	6.250,6
Coques y semicoques de hulla, de lignito y de turba	288.400,2	5.599,3
Gas-oil	193.790,9	5.243,2
Amianto (asbesto)	23.430,5	5.195,2
Fuel-oil	281.267,6	5.132,7

COTIZACION DE METALES

	31-12-58	30-12-59	1-1-62	1-3-62	29-3-62
CINC					
Nueva York (centavos por libra)...	11,50	12,50	12,50	12	12
Londres (£ por Tn.).....	76-76 1/4	95 1/4-95 1/2	71 3/8-71 1/2	69-69 1/8	69 7/8-70
ALUMINIO					
Nueva York (centavos por libra) . .	26-80	28,10	26	24	24
Londres (£ por Tn.).....	180	187	186	180	180
MERCURIO					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kilogramos).....	218-221	212-214	191-193	192-195	193-196
Londres (£ el frasco de 34,5 kg.) .	74	72	59	61 1/2	62
VOLFRAMIO					
Londres (£ por Tn.).....	95-100	147-152	104-107 1/2	99-104	95-100
PETROLEO					
Nueva York (£ por barril). East Texas, crudo, en pozo....	3,25	3,05-3,25	3,05-3,25	3,05-3,25	3,10
ESTAÑO					
Nueva York (centavos por libra)...	98,25	98,75	120,62	121	124,25
COBRE					
Nueva York (centavos por libra). Electrolítico.....	29	26	31	31	29,62
Londres (£ por Tn.).....	221-221 1/4	256 1/2-257 1/2	229 1/2-229 3/4	234 1/2-234 3/4	234-234 1/4
PLOMO					
Nueva York (centavos por libra)...	13	12	10,25	9,50	9,50
Londres (£ por Tn.).....	72 1/8-72 1/4	74 1/4-72 1/2	59 1/4-59 3/8	59 1/2-59 5/8	60 3/4-61

SUPRESION DE DERECHOS ARANCELARIOS PARA LA IMPORTACION DE HULLAS COQUIZABLES

Por el Decreto del Ministerio de Comercio 317/1962, de 15 de febrero, que se suspenden los derechos arancelarios a la importación de hullas coquizables (*Boletín Oficial del Estado* núm. 44, de 20 de febrero de 1962).

Se suspende parcialmente por tres meses, contados desde el 20 de febrero de 1962, la aplicación de los derechos arancelarios a la importación de hullas coquizables con destino a coquerías siderúrgicas, incluidas en la partida veintisiete punto cero 1 A) del vigente Arancel de Aduanas, y comprendiéndose tanto las hullas directamente coquizables como las que lo sean por mezcla. La suspensión se referirá al noventa por ciento de dichos derechos, y, por tanto, únicamente se aplicará durante este periodo de tres meses el diez por ciento del tipo impositivo correspondiente a la citada subpartida.

COMERCIO DE MINERALES Y METALES NO FERRICOS

El fuerte consumo de metales no férricos por parte de Europa Occidental en 1960, ha dado un vigoroso impulso a las importaciones de algunos de estos metales, produciendo al mismo tiempo una reducción de las exportaciones de su Zona. Si bien es cierto que los principales productores de América del Sur y de la Zona Esterlina de Ultramar han sido grandes proveedores de Europa, especialmente Chile para el cobre y la Malasia para el estaño, no menos cierto es que los suministros de América del Norte han aumentado notablemente: las compras de níquel en el Canadá, y de aluminio y cobre en Estados Unidos, se han desarrollado grandemente.

Los precios del cobre, plomo y cinc han descendido, manteniéndose el del estaño, cuyo precio en junio de 1961 excede el límite fijado por el Acuerdo sobre el Estaño.

COMERCIO DE COMBUSTIBLES

Al aumento de las exportaciones de los países de producción primaria se opone un verdadero estancamiento en las de los países industriales.

Después del efímero auge a raíz de la crisis de Suez en 1956-57, cuando América del Norte reemplazó provisionalmente a los demás países suministradores en el mercado europeo, las exportaciones de los países industriales han disminuido notablemente en 1958, para caer en 1959 a 3.000 millones de dólares, nivel ligeramente superior al de 1953. La reducción considerable de las importaciones europeas de carbón procedentes de los Estados Unidos en 1958-59 no ha hecho más que acentuar este movimiento.

Las exportaciones de combustibles de los países no industrializados en 1959 sobrepasan en cerca del 60 por 100 a las de 1953.

EL MERCADO COMUN Y LA MINERIA ESPAÑOLA DE CARBON

Del décimo informe de la alta autoridad del Mercado Común Europeo, que se refiere al sector carbón, reproducimos los datos que figuran a continuación:

El efecto sobre la minería española del carbón puede ser grave si se tiene en cuenta:

1.º De los estudios realizados recientemente sobre la demanda de energía en España se deduce que la variación porcentual del consumo de carbones sigue una línea decreciente, similar a la citada para el Mercado Común, como atestiguan las cifras siguientes:

Tanto por ciento del total de consumo de energía en España que corresponde a carbones: Año 1945, 75,2; año 1955, 52,3; previsión para 1965, 38,3.

2.º Esta disminución es consecuencia de que el carbón se sustituye por combustibles líquidos de fácil disponibilidad, precios favorables y gran comodidad de empleo.

Además, el proyecto de gaseoducto de un conjunto de países europeos para aprovechar el gas procedente de los ricos yacimientos del Sahara agrava estas perspectivas.

3.º La dificultad de explotación de los yacimientos españoles, por sus características de menor potencia, mayores irregularidades, etc., es el motivo de que por rendimiento las minas de carbón españolas se clasifiquen hoy entre las más bajas de Europa, y, por tanto, entre las más expuestas a sufrir la incidencia de la crisis.

Ante esta delicada situación hay que reconocer que la economía del carbón debe ser objeto de una cuidadosa atención en todos los factores y que las medidas que le afecten han de tomarse con la plena responsabilidad de su alcance.

CRIADEROS

EL PETROLEO SAHARIANO

En el pasado mes de marzo salió del puerto tunecino de Skhirra, la tonelada (diez millones) de petróleo sahariano, transportada por los oleoductos que unen la costa con los yacimientos de Edyelé y Zarzaitin.

CIERRE DE MINAS DE URANIO EN AUSTRALIA

Como se esperaba en Australia, al finalizar el pasado año de 1961 se cerraron dos de sus minas de uranio, por no haberse renovado los contratos de compra de mineral por parte de la autoridad británica. Una de ellas es la de South Alligator, situada al norte del país, a 240 km. de Darwin. Esta mina, que estuvo en trabajos cerca de cinco años, ha producido más de un millón de libras australianas de óxido de uranio.

La otra es la Radium Hill, en el nordeste de Australia meridional, así como la fábrica de tratamientos de Port Pirei. La explotación de la mina comenzó en 1954 y su producción fue de 3.250.000 libras australianas de óxido de uranio.

CRIADEROS DE URANIO DE GROENLAND

Las investigaciones geológicas en las formaciones superficiales de uranio del sur de Groenland han puesto en evidencia su prolongación en profundidad con mucha más importancia.

Parece ser que para su beneficio se utilizará un procedimiento puesto a punto en el centro danés de Riso. Con él se logra extraer 50 g. de uranio por tonelada de mineral. También se mejorará el beneficio del torio.

EL ORO DE LA UNIÓN SUDAFRICANA

En 1961 la producción total de oro de la Unión Sudafricana se elevó a 22,9 millones de onzas finas, lo que constituye una cifra cumbre. El incremento sobre la producción del año anterior es del 7,3 por 100. El valor de la citada producción se cifró en 800 millones de dólares, con similar incremento, ya que el precio promedio de la onza ha sido el mismo que en 1960.

LA MINERIA DEL URANIO EN FRANCIA

Las actividades mineras del uranio están sujetas a los principios básicos de la ley de minas, sin monopolio para el Estado francés, pero con intervención de la Comisaría, que tiene atribuciones especiales y un derecho de preferencia en las prospecciones, concesiones y explotaciones. Desde 1954 adoptó una política de compra del mineral de uranio, que tiende a estimular las prospecciones y la extracción de aquél por las empresas privadas. Actualmente, los recursos de materias primas de la metrópoli y de los Estados de la antigua Comunidad francesa, especialmente Madagascar y Gabón, pueden satisfacer las necesidades planteadas por los programas vigentes.

El comercio exterior de minerales, materias primas y materias escindibles especiales, así como el de ciertos productos, aparatos e instalaciones aplicables al desarrollo de la energía atómica, está sujeto a la obtención de licencias de importación o exportación y a medidas para impedir la exportación de materias estratégicas a países ajenos a la OTAN.

LOS YACIMIENTOS DE CINC Y PLOMO DE LA UNIÓN SOVIÉTICA

Con una producción anual de unas 300.000 toneladas de plomo y otras aproximadamente de cinc, ocupa la Unión Soviética el tercer o cuarto lugar entre todos los países del mundo. En los Estados Unidos se consume anualmente la mitad de las producciones mundiales de plomo y cinc, es decir, un millón de toneladas de cada una.

La U. R. S. S. puede abastecerse a sí misma de todo el plomo y cinc que necesita, pues sus yacimientos, según fuentes oficiales rusas, son los mayores del mundo. Hay que tener en cuenta que, en estos cálculos, las estadísticas soviéticas incluyen también los yacimientos cuyos minerales no serían aprovechados, por antieconómicos, en el mundo occidental y que, por tanto, en éste no se toman en consideración al confeccionar las estadísticas. El contenido de plomo de los yacimientos soviéticos es, por término medio, 1,6 2,5 por 100, y el del cinc 3,4 por 100.

La situación geográfica de los yacimientos soviéticos es desfavorable para su explotación: los de mayores reservas se encuentran en territorios poco explotados de Kasachstán, que actualmente proporcionan el 75 por 100 de las menas de plomo y aproximadamente el 40 por 100 de las de cinc. En compensación, un pequeño número de grandes yacimientos ofrecen una concentración de metal extraordinariamente grande: el 60 por 100 de todas las reservas de plomo se encuentran, en la Unión Soviética, en siete yacimientos y el 70 por 100 de las de cinc, en 11, lo que, unido el hecho de que la extracción se realiza en gran parte a cielo abierto y con modernas técnicas, permite mantener bastante bajos los costes de explotación. En 1957 se extranjeraron a cielo abierto el 19 por 100 de las menas, y para 1965 se espera elevar este porcentaje a 30-32 por 100.

Las reservas de plomo metálico de la U. R. S. S. se supone deben estar muy por encima de los dos millones de toneladas y las de cinc deben sobrepasar la cifra de cinco millones de toneladas.

EL GAS NATURAL DE GRONINGA

Se ha anunciado oficialmente por el Ministerio de Asuntos Económicos holandés, que las reservas de gas natural de la provincia de Groninga pasan de 150.000 millones de metros cúbicos. La explotación de estas reservas permitiría cubrir la cuarta parte de las necesidades energéticas del país.

YACIMIENTO DE HIERRO EN AUSTRALIA

En el distrito de Pilbara, de Australia occidental, se ha descubierto un riquísimo yacimiento de mineral de hierro, al que se le asignan unas reservas del orden de 1.800 millones de toneladas. Las reservas de Australia estaban valoradas en unos 368 millones de toneladas.

NOVEDADES INDUSTRIALES Y CIENTIFICAS

LA SIDERURGIA ALEMANA

Para hacer frente a la competencia francesa y al precio cada vez más elevado de los minerales de hierro, la siderurgia alemana estudia la reducción de los costos de producción, y entre los acuerdos tomados figura en las grandes fundiciones de Dortmund, de la cuenca del Ruhr, establecer una colaboración entre la «Hütten-Union» y la «Hoesch». También se utilizarán en común las instalaciones de sinterizado de minerales de esta última.

GUIA JAPONESA DE CIENCIAS NATURALES

El «Stanford Research Institute», de Menlo Park (California), con ayuda de la Fundación Nacional de Ciencias, está preparando una guía de las fuentes de información japonesas titulada «Guide to Sources of Japanese Scientific Information in Natural Science Fields in the U. S.» de ciencias naturales, existentes en Estados Unidos.

Contendrá: un análisis de la naturaleza de la información científica en Japón. Un resumen de las principales organizaciones japonesas que facilitan información científica. Un examen de los principales materiales bibliográficos científicos japoneses existentes en Estados Unidos, referentes a las 20 ó 30 disciplinas mayores, y un estudio de la naturaleza de los depósitos, institutos, sociedades profesionales y organismos oficiales de Estados Unidos que pueden proporcionar información científica japonesa a los científicos norteamericanos.

CARBON PARA LA INDUSTRIA SIDERURGICA INGLESA

Para poder competir libremente la industria del hierro y del acero británica en el Mercado Común, necesita la importación de carbón barato. La diferencia de precio de la tonelada de acero bruto con carbón inglés o con carbón americano es de una libra.

ANTI-XI-MINUS

De las partículas elementales predichas por la física nuclear, sólo quedaban dos por descubrir, la anti-Xi-minus y la anti-X-cer; la primera de éstas lo fué reciente, simultáneamente por el Laboratorio Nacional de Brookhaven y por la Universidad de Yale en Estados Unidos, y en Europa por el Consejo Europeo de Investigación Nuclear (CERN), por el centro de Saclay (Francia) y por la Escuela Politécnica de París. La mencionada partícula es la más pesada de las elementales observadas, con un semiperíodo de desintegración del orden de la diezmillonésima de segundo.

TECNICA BRASILEÑA DE TRATAMIENTO DE MINERALES DE URANIO

En las minas brasileñas de Stanrock se ha puesto a punto una técnica de lixiviación de minerales de uranio, consistente en la adición de un agente que acelera la disolución, lo cual permite reducir el precio de coste del mineral de 20 a 50 céntimos.

TECNICA AMERICANA DE TRATAMIENTO DE MINERALES DE URANIO

Una importante firma americana ha conseguido aumentar el rendimiento en uranio, en el beneficio de los minerales, por la adición del «aerosol OT» a la solución ácido sulfúrico en agua, para el tratamiento de minerales en partículas finas, el cual facilita la disolución del uranio en el ácido sulfúrico.

VENEZUELA RECUPERA MAS PETROLEO

La Creole Petroleum Corp. ha hecho un pedido por valor de 450.000 dólares, de un equipo de perforación eléctrico que empleará en el primer proyecto en gran escala de recuperar petróleo por inyección de agua en el lago de Maracaibo, en Venezuela.

El proyecto consiste en bombear agua del lago a los pozos, con el objeto de aumentar la recuperación del petróleo de pozos costa afuera.

El equipo incluye ocho motores de inducción de 1.500 HP para mover las bombas de inyección del agua, además de seis transformadores de 2.000 kilovatios y seis controladores del mecanismo.

QUEBRANTADO DE LAS ROCAS CON CORRIENTES DE FRECUENCIA ALTA

La Escuela de Minas de Montana, Estados Unidos, ha ensayado con éxito un método para quebrantar rocas eléctricamente, más seguro que el sistema usual de los barrenos de explosivos. El utillaje requerido para este sistema consiste, en esencia, en radio-generador de frecuencias de gran potencia; la fuerza generada se conduce por cables a la roca que ha de romperse. La corriente de frecuencia alta calienta la roca en una cierta trayectoria y como consecuencia de ello la roca se dilata con más rapidez que en las zonas frías. Esta dilatación diversificada quiebra la roca. Si existen pequeñas cantidades de agua contenidas en la roca, se facilita el proceso de quebrantado.

LA ESTISOVITA

Científicos del «U. S. Geological Survey» han descubierto un nuevo mineral formado hace tiempo como consecuencia del choque con la tierra de un meteorito que originó una gran depresión en la zona occidental de los Estados Unidos. El mineral, que se denominó «stisovita» se originó al producirse un gran choque que afectó a los estratos terrestres. La «stisovita», es el segundo mineral de origen meteórico descubierto en los Estados Unidos. El primero, llamado «coesite», lo descubrieron también unos científicos de servicio geológico en 1960. En este caso la colisión originó una onda de presión elevada cuya fuerza se calculó sobrepasaba los 105.450 Kg./m², onda que se propagó por las formaciones rocosas circundantes, transformando el cuarzo contenido en las mismas en el nuevo mineral. La presión necesaria para formar este mineral, equivalía a la presión existente a varios centenares de kilómetros bajo la superficie terrestre.

LA PALINOLOGIA Y EL PETROLEO

Ciertas esporas antiguas y granos de polen resultan ser en la actualidad valiosos indicadores de rocas petrolíferas. Esta nueva ciencia, llamada «Palinología» y dedicada al estudio de esporas y polen fósiles, ha adquirido una destacada importancia en las investigaciones petrolíferas después de la segunda guerra mundial, según el Dr. Aureal T. Cross, profesor de geología de la Universidad del Estado de Michigan, Estados Unidos. Los científicos utilizan estas pequeñas células reproductivas vegetales, que son dispersadas por el viento y el agua, para reconstruir paisajes geológicos y determinar la extensión de los mares prehistóricos. Dichas reconstrucciones ayudan a los geólogos a comprender la formación de depósitos petrolíferos. La principal razón por la que las compañías petrolíferas utilizan esta técnica, radica en la abundancia de esporas y polen fósiles. A causa de su tamaño reducido, se han conservado mejor protegidas durante los cientos de siglos en comparación con los restos de mayores plantas.

ELEVACION DE AGUA SUBTERRANEA CON ENERGIA SOLAR

Los poblados y aun las familias podrán pronto disponer de agua subterránea para sus regadío y usos caseros por un sistema energizado por el sol, mediante una pequeña planta eléctrica combinada con una bomba.

Un prototipo de tal sistema, incluyendo su generador de 50 vatios, ya ha sido construido y probado. El modelo experimental toma la energía calórica del sol y la convierte directamente en electricidad por medio de un generador termoelectrónico. La electricidad acciona un motor conectado a una bomba de agua. Estas son las únicas piezas móviles.

Se está construyendo una unidad con capacidad de hasta 200 vatios de potencia eléctrica. Sacará agua bastante de una profundidad de 6 metros para regar poco más de hectárea y media de terreno, a razón de 610 mm. de agua al año.

SISTEMAS DE DESALINIZACION

Los tres métodos básicos de desalinización que reciben la mayor atención son: *La evaporación*: Tres de las cinco plantas de demostración de la OSW emplean variantes de este método básico: Destilación por tubo largo de efecto múltiple, Destilación instantánea de multietapas y Destilación por Comprensión de Vapor. El agua salada se calienta, se evapora y este vapor se condensa formando agua pura. Las unidades de destilación son las unidades de desalinización standard que se están instalando actualmente.

La electrodialisis: El proceso electroquímico separa las sales del agua por medio de corriente continua y electrodos. Los elementos que están cargados positivamente van hacia un electrodo y los cargados negativamente van hacia el otro. Este proceso tiene numerosas formas, pero la más conocida es la electrodialisis, la cual emplea membranas permeables y selectivas.

Este proceso se limita substancialmente al agua de unas 1.000 a 4.000 ppm. También está limitado al agua que se produce, de unas 500 ppm, que es bastante buena para el consumo humano, pero no lo suficiente buena para las calderas ni los motores de reacción.

La congelación: Cuando se forman cristales de hielo, éstos rechazan las materias extrañas. Entonces el problema se reduce a separar el hielo de la salmuera. Después de la separación, el hielo se derrite dando agua potable.

LA MECANIZACION EN LAS MINAS DE CARBON EN GRAN BRETANA

Consecuencia de la mecanización y realización de las minas de carbón de la Gran Bretaña, fue que el pasado año de 1961 ha sido el primero, desde 1957, en que se ha conseguido interrumpir la marcha regresiva de la producción carbonífera, aumentando en relación al ejercicio precedente en 500.000 toneladas, esperándose mantener en el año actual el ritmo ascendente. Se calcula poder llegar a los 44,5 millones de toneladas. La productividad, en el último trimestre de 1961, y gracias a las medidas de mecanización que se han ido introduciendo hasta afectar a un 70% de la producción, ha llegado a ser de 4.550 Kg. por hombre/turno. En algunas zonas, incluso se ha superado el índice de 5.000 Kg. En el año actual se espera mantener, como mínimo, el citado índice de 4.500 Kg.

Se tiene en proyecto la introducción de sistemas de laboreo con control totalmente automático, de acuerdo con el plan del «National Coal Board». Entre los equipos que van a probarse, figura un sistema de entibado «transportable», que avanzará, a lo largo de las galerías de arranque, inmediatamente detrás de las rozadoras.

PROGRESOS DE LA PETROQUIMICA

Los procedimientos de fabricación que utilizan el petróleo como materia prima petroquímica ganan terreno continuamente frente a aquellos que emplean carbón (carboquímica), tendencia que se mantendrá con toda probabilidad en un futuro previsible.

La petroquímica exige procesos de fabricación muy sensibles, muchos de los cuales sólo han podido emplearse industrialmente después de que su técnica ha conseguido el actual grado de perfección y desarrollo. Se trata de oxidaciones, que, como es sabido, constituyen procesos muy activos, que, por lo tanto, hay que verificar con toda precisión.

Gracias a la petroquímica, la industria química utiliza materias primas que apenas empleaba, obteniendo de ellas múltiples productos a precios reducidos, como por ejemplo, tenemes: el ácido acético y el acrilonitrilo.

El ácido acético se fabrica actualmente por oxidación del propano y del butano, materias primas que se obtienen en grandes cantidades en el refinado del petróleo. Recientemente ha entrado en servicio una factoría en Alemania occidental que producirá 20.000 toneladas anuales de ácido acético. Instalaciones de este tipo funcionan ya en Inglaterra y Estados Unidos con pleno éxito.

El acrilonitrilo ocupa un lugar destacado en el campo de las fibras sintéticas. De ella se fabrican diversas fibras como el «orlon» y el «dralon». Actualmente se prepara a partir de materias primas baratas de origen petroquímico.

RED MUNDIAL PARA EL REGISTRO DE TERREMOTOS

Se está procediendo a la instalación de instrumentos en Arequipa (Perú), Honaira (Guadalcanal), Copenhague (Dinamarca), Umea (Suecia), Balboa Heights (Zona del Canal de Suez), Trinidad (Indias Occidentales Británicas) y en Bermudas, con vistas a obtener un sistema capaz de registrar terremotos, y que podrá llegar a alcanzar a seis continentes, con 125 estaciones en 65 países e islas. El sistema suministrará a los científicos, por primera vez, datos uniformes sobre la naturaleza, situación y frecuencia de los terremotos de tierra. El proyecto corre a cargo de la «Coast Survey», con ayuda financiera de la «Advanced Research Projects Agency» que pertenece al Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica.

PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN DE LOS OLEODUCTOS

La corrosión de los oleoductos puede prevenirse por medio de una cinta de cloruro de polivinilo recubierta de butil. La cinta, que ya ha sido utilizada en conducciones de petróleo, gas, agua y diversas sustancias químicas, puede ser adaptada a cualquier diámetro de tubería. Primero se recubre la tubería con una capa de imprimación de secado rápido para rellenar posibles arañazos superficiales, y dar adherencia al caucho butil de la parte inferior de la cinta. El caucho no vulcanizado al butil es resistente a los agentes atmosféricos, no es conductor, y es resistente al ataque de hongos, bacterias y agentes químicos.

RACIONALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DEL CARBÓN, EN ALEMANIA

El aceite combustible en Alemania, da lugar a una fuerte competencia con el carbón, como lo demuestra que en el último quinquenio se ha triplicado el consumo, a pesar de los impuestos establecidos en mayo de 1960. Para esta lucha por el mercado, la Asociación de Empresas Mineras de la Cuenca del Ruhr, ha propuesto un plan de racionalización de la industria del carbón, desde el arranque hasta el consumo.

LA REFINERÍA DE INGOLDSTADT (BAVIERA)

El proyecto soviético de construir una gran refinería de petróleo en Ingolstadt (Baviera), fue rechazado por el Gobierno de la República Federal de Alemania.

REUNIONES CIENTÍFICAS

NOMENCLATURA DE MINERALES ARCILLOSOS

Se da como posible la celebración de un coloquio durante el mes de agosto de 1963, en Suecia, para el estudio de la nomenclatura de los minerales arcillosos.

Los temas a tratar se encuadrarían en los cinco grupos siguientes de minerales:

- a) Caolín, serpentina.
- b) Montmorillonita y vermiculita.
- c) Mica y clorita.
- d) Interestratificados.
- e) Otros de tipo arcilloso.

VIII CAMPAMENTO DE PRÁCTICAS DE GEOLOGÍA

Como en años anteriores, el Profesor de Geología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, de Madrid, prepara el acostumbrado Campamento, del 1 al 20 de julio de 1962, el cual tendrá lugar en la zona Ordesa-Monte Perdido, con base en Torda.

Las inscripciones, como en años anteriores, las podrán hacer los alumnos de la Escuela de Minas y de las Secciones de Geología de las Universidades españolas y extranjeras.

II CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO GEOLOGICO Y ESPELEOLOGICO DEL ORIENTE ASTURIANO

Como en el año anterior, el Profesor de Cartografía Geológica de la Sección de Geológicas de la Universidad de Oviedo, prepara la campaña de reconocimiento geológico. Tendrá lugar durante el mes de agosto de 1962 en la zona costera comprendida por Ribadesella-Gijón con límite meridional en el paralelo de Infiesto. Las bases serán Infiesto, Arriondas, Ribadesella, Villaviciosa y Gijón.

COMISION SISMOLOGICA EUROPEA

Del 24 al 30 de septiembre, se reunirá en Jena (D. D. R.) la Comisión Sismológica Europea, agrupándose las comunicaciones, en las subcomisiones siguientes: Explosiones alpinas, mapas sismotectónicos, estudio de los Cárpatos, publicaciones.

A continuación se celebrará un symposium sobre los temas siguientes: La corteza terrestre en Europa, Estado de nuestros conocimientos según las diversas técnicas: explosiones grandes, sísmos próximos, dispersión de ondas superficiales (elección de parámetros), ondas Lg y análogas, microsismos.

Hay una propuesta del Dr. Karnek, para que en esta reunión se discutan los puntos siguientes:

- Informe III (contribuciones nacionales, clasificación de las estadísticas, publicación de los resultados, catálogo definitivo etc.)
- Cooperación con la subcomisión para el estudio de los Cárpatos y coordinación de los trabajos del mapa sismotectónico.
- Mapa de intensidades máximas de Europa para atender a los requerimientos de la ingeniería.

COMISION GRAVIMETRICA INTERNACIONAL

La Comisión Gravimétrica Internacional, se reunirá en París, del lunes 10 de septiembre al sábado 15.

Los temas a tratar, son los generales de la Comisión: Redes de primer orden, medidas absolutas, bases patrón, medidas en el mar, redes nacionales, mapas de anomalías, etc.

Se estudiará y discutirá la manera de archivar los resultados gravimétricos conocidos hasta la fecha, y el modo de ponerlos en fichas perforadas.

COMISION DE SISMICIDAD DE EUROPA

A) Han enviado sus Catálogos de sismicidad para los años anteriores a 1901 los siguientes países: España, Yugoslavia, Turquía, Portugal, Rumania, Grecia, Fenoscandia (1801-1900) y Argelia (1790-1900). Existen viejas monografías o manuscritos que pueden constituir buenos catálogos de sismos históricos para Austria, Checoslovaquia y Dinamarca. Y las publicaciones de que se dispone para Polonia, Albania, Alemania, Bélgica, Gran Bretaña, Hungría, Finlandia, URSS, Italia (desde 1750), Israel, Suiza y Marruecos, dan informaciones incompletas, la mayoría de ellas sin coordenadas de epicentros. Falta información de los siguientes países: Argelia (para antes de 1790), Bulgaria, Egipto, Suecia y Noruega (para antes de 1800), Francia (para antes de 1843), Islandia, Irlanda, Italia (para antes de 1750), Líbano, Holanda, Libia, Marruecos y Túnez. Las tablas de las sacudidas con $I_0 < VI$ sólo han sido preparadas por España y Turquía.

B) El manuscrito del Catálogo Europeo basado en los datos de los Catálogos nacionales ha sido completado con la información obtenida de diferentes monografías de la región mediterránea principalmente.

C) Para la clasificación de los sismos por medio de las magnitudes han sido catalogadas las máximas amplitudes del suelo de las ondas internas y superficiales en las distintas estaciones europeas.

Las magnitudes han sido determinadas empleando la siguiente fórmula:

$$M = \log (A/T)_{\max} + \sigma(\Delta)$$

en donde A es la amplitud máxima de una componente horizontal, pues la componente vertical sólo se ha utilizado como dato complementario. La función de calibración $\sigma(\Delta)$ ha sido determinada como una media de las curvas empíricas «amplitud-distancia» publicadas.

El valor definitivo de M es la media compensada de los valores de M obtenidos de los diferentes observatorios que han dado las amplitudes de las ondas. Sin esta clasificación unificada no era posible llegar al Catálogo general.

D) El proyecto de investigaciones detalladas en el área europea ha sido ya iniciado con estudios diversos en diferentes países. El Dr. Sponheuer (Alemania oriental) se ocupa del problema de las determinaciones de profundidad de los sismos europeos, empleando buenos mapas de isosistas. El Dr. Galanopoulos, de Grecia, trabaja en el desarrollo de unas fórmulas empíricas para la determinación de un factor de clasificación proporcional al producto del área sacudida y la intensidad máxima. El Dr. Papazochos estudia el mecanismo de algunos sismos griegos, y Ruprechtova, Vündenskaya, Radu y Iosif contribuyen al mismo problema en los Cárpatos orientales. Petrescu, Radu e Iosif han publicado una serie de trabajos acerca de la sismicidad de Rumania, y algunos problemas conexos con los mapas sísmicos y sismotectónicos han sido tratados en la URSS sobre las siguientes cuestiones: precisión en la localización de epicentros, por Balakina; tectónica, por Gzovski; sismicidad, por Bune; mapas de isosistas y sismos históricos, por Gorshkov, y determinación de la profundidad, por Shebalin.

Quedan todavía por resolver algunas cuestiones importantes o que están resueltas de manera poco satisfactoria. Por ejemplo, la precisión y la interpretación física de las escalas macrosísmicas; la conexión entre las cantidades macro y microsísmicas I_0 , r_0 , h y M ; la determinación de la profundidad; el efecto de la capa de baja velocidad en las amplitudes de las ondas sísmicas; la repartición de la energía en el espectro de las ondas; la precisión de los métodos estadísticos en la predicción de los terremotos y la estructura de la corteza y del manto en el área europea.

E) En las antiguas unidades tectónicas los sismos con $I_0 > VI$ no son lo suficientemente frecuentes para permitir un trazado de zonas sismotectónicas adecuado y estudiar la sismicidad. Por eso es recomendable que en esas regiones se tengan también en cuenta los sismos con $I_0 < VI$ durante periodos de observaciones homogéneas. Así puede hacerse, por ejemplo, en toda la región norte del plegamiento alpino en Europa.

XIII ASAMBLEA GENERAL DE LA UNION GEODESICA Y GEOFISICA

Durante los días 19 a 31 de agosto de 1963, se celebrará en la Universidad de California, en Berkeley, la XIII Asamblea Internacional de la Unión Geodésica y Geofísica; la sesión plenaria de apertura tendrá lugar el martes, día 20, y la clausura el sábado 31.

SYMPOSIUM SOBRE EL CICLO Y COMPOSICIONES ISOTOPICAS DE GASES ATMOSFERICOS

La Comisión de Química Atmosférica y Radiactividad de la Asociación Internacional de Meteorología y Física Atmosférica, en cooperación con la Organización Meteorológica Mundial, ha organizado un symposium sobre el ciclo y composición isotópica de gases atmosféricos, que tendrá lugar en Utrech (Holanda), del 8 al 14 de agosto de 1962.

El estudio del ciclo y de la composición isotópica de gases atmosféricos, es un campo que en los últimos años ha atraído grandemente la atención, particularmente la detección y observación de la radiactividad en la actividad de los isótopos y su variación con el tiempo y espacio. El trabajo de este área está realizado por un gran número de físicos, químicos, geoquímicos, biólogos y meteorólogos que desarrollan una interesante labor. El fin del symposium es, formar unas bases o una presentación interdisciplinaria de sus comunicaciones para discutir las en los diferentes grupos, con el fin de estimular en el futuro un rápido desarrollo de este grupo. El programa se ha encuadrado en cinco secciones:

1.º *Dióxido de Carbono*. El ciclo CO_2 ; Secular aumento de CO_2 en la atmósfera;

Los isótopos del carbón, su distribución y variación; Dióxido de carbono en la atmósfera y en el océano; Dióxido de carbono atmosférico y en la biosfera; posible efecto de los cambios de CO₂ en el clima, naturaleza y artificial producción de C¹⁴; Variaciones de C¹⁴ en los últimos 1.000 años; Indicación de las variaciones de CO₂ en el pasado para depósitos de carbón y periodos glaciales.

2.º *Vapor de Agua, Oxígeno e Hidrógeno.*—Tritium, deuterium y O¹⁸ en el agua atmosférica y sus variaciones; Distribución del vapor de agua en la estratosfera; Isotópica composición del oxígeno atmosférico comparado con el vapor de agua y ciclo del oxígeno; Tritium y deuterium en el hidrógeno atmosférico y sus variaciones; Producción de tritium natural y artificial; Manantiales de H₂O biológicos y fotoquímicos; El ciclo del hidrógeno.

3.º *Dióxido de Azufre, Hidrógeno sulfurado y el ciclo del Azufre de la atmósfera.*—La abundancia de SO₂ y H₂S; biosfera, terrenos y el océano como productores y consumidores de SO₂ y H₂S; Oxidación y tiempo de residencia del SO₂ y H₂S; Cantidad de sulfuro del azufre; Ciclo del azufre e isótopos del azufre.

4.º *Metano, Monóxido de Carbón, Amonio, Oxido de Nitrógeno y otras clases de gases en el mundo.*—Abundancia, variación, productores y consumidores de los gases; Tritium y metano y la composición isotópica de los gases; Biosfera, tierra y océano como manantiales consumidores de estos gases; Producción y destrucción de estos gases en la atmósfera.

5.º *Radón y Thorón y productos de desintegración.*—Distribución vertical de radón y thorón y sus productos de desintegración en la atmósfera.

CONFERENCIA INTERNACIONAL DE LA FÍSICA DE LAS NUBES

En Cambera, del 11 al 20 de septiembre de 1961, se celebró la Sesión de la Conferencia Internacional de Física de las Nubes; se presentaron 49 comunicaciones sobre los temas siguientes: dinámica de las nubes; aerosoles, núcleos de condensación y microestructura de las nubes; crecimiento, electrificación y coalescencia de partículas nubosas; lluvia natural; núcleos glaciales naturales y cristales de nieve; nucleación del hielo; lluvias provocadas.

COLOQUIO SOBRE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

El coloquio sobre las aguas subterráneas organizado por la Asociación Internacional de Hidrología Científica, en colaboración con la UNESCO, se ha desarrollado del 12 al 21 de octubre de 1961, en su local de la Universidad de Atenas; los temas de este Coloquio fueron los siguientes:

- a) Consideraciones sobre:
 1. Las observaciones hidrogeológicas sobre la investigación de las aguas subterráneas.
 2. Los ensayos a realizar en curso de la prospección de las aguas subterráneas.
- b) Estudio hidrodinámico de tipo racionales de captación e investigación sobre los medios de aumentar la duración del funcionamiento.
- c) Captaciones hidrodinámicas y su influencia mutua.
- d) Estudio del mecanismo de alimentación de las capas acuíferas para llegar a una evaluación de las investigaciones en aguas subterráneas y comprendiendo sus investigaciones artificiales de las capas.
- e) Estudio y previsión de fluctuación de niveles, función de las fracturas micrométricas y la composición química de las aguas subterráneas en el curso de su explotación. Procedimientos para reducir sus fluctuaciones.

La intervención de la UNESCO y principalmente de las misiones del Cairo y Nueva Delhi fueron muy eficaces para obtener participación de los países árabes. El programa de la reunión con los títulos de las comunicaciones fue muy variada, las cuales se clasificaron de la manera siguiente:

1. Estudios generales. Hidrogeología general.
2. Hidrogeología de Regiones.
3. Hidrodinámica, Ensayos.
4. Vista general sobre la puesta en explotación de las reservas.
5. Estudio detallado (Alimentación).
6. Estudio detallado del desarrollo de las regiones.

Participaron alrededor de 120 investigadores de 30 países, tomando todos ellos parte en el Coloquio.

RECOMENDACIONES DE LA COMISION SISMOLOGICA INTERNACIONAL

En la Reunión celebrada en París en julio de 1961, se tomaron los siguientes acuerdos:

1.ª *Localización de estaciones.*—El Comité del ISS recomienda a las instituciones científicas interesadas en provecho del progreso en el conocimiento de la sismología y de la física del interior de la tierra, que sean instaladas estaciones sismológicas en todos los países a distancias entre sí que no excedan de los 1.000 kilómetros. Para estudios especiales y en regiones determinadas, es importante disponer de redes de estaciones con intervalos más cerrados.

2.ª *Centros regionales.*—Asimismo llama la atención dicha Comisión respecto al gran valor para la sismología de los centros sismológicos regionales que cubran grandes áreas. Al presente, tales centros abarcan una porción algo considerable de la superficie terrestre. La Comisión recomienda encarecidamente que centros regionales similares sean establecidos en todas las regiones en las que haya claros actualmente; y que las actividades principales en cada centro regional incluyan los extremos siguientes: a) Actuar como un enlace entre una estación sismológica individual en la región particular y el centro sismológico internacional; b) Determinar y publicar coordenadas focales, tiempos de origen y magnitud de los terremotos que puedan ser más convenientemente tratados en el centro regional que en el centro internacional. Publicar catálogos regionales, incluyendo observaciones macrosísmicas; c) Almacenar copias de los registros de las estaciones de su región.

SISMOLOGIA - TECTONICA - INGENIERIA SISMICA

Consideramos de interés en estos momentos de grandes obras de ingeniería el dar a conocer a nuestros lectores la importancia que tiene el conocimiento tectónico y sismológico de los terrenos donde se han de realizar, por ello, reproducimos el adjunto extracto procedente del informe remitido el 14 de diciembre de 1961 por la Misión Investigadora Sismológica de la U. N. E. S. C. O., América del Sur, presidida por el Prof. V. V. Belousov.

I. SISMOLOGIA

Es deseable que los terremotos sean registrados por muchas estaciones, tanto cercanas como alejadas del epicentro. Las estaciones próximas al epicentro ayudan en la determinación de la profundidad focal, y son muy valiosas en el estudio de los efectos después de

las sacudidas. Las estaciones distantes permiten la determinación del epicentro sin errores debidos a condiciones corticales locales. Dado que las ondas sísmicas penetran a mayor profundidad cuanto mayor ha sido su recorrido, son necesarios los registros de estaciones distantes para el estudio de la estructura terrestre y otros problemas. Algunos de éstos son los siguientes:

1. Descripción de las áreas de elevada sismicidad, y distribución de la intensidad dentro de esas áreas.
2. Estructura cortical, utilizando registros tanto de ondas en el subsuelo como de ondas superficiales
3. Conocimiento del interior profundo de la Tierra. Esto es de una importancia científica fundamental, ya que la clave de muchos procesos geológicos y geofísicos radica en el interior profundo.
4. El mecanismo de los terremotos. Detalles de los procesos de formación de fallas y otros procesos tectónicos pueden deducirse del carácter de las ondas registradas en una estación distante.
5. Prevención de «tsunamis». Es necesaria la rápida determinación del epicentro de un sismo como base de un sistema de prevención contra una posible onda marina sísmica. Tal sistema puede asegurar la salvación de vidas y propiedades en áreas costeras.
6. Predicción. Los datos telesísmicos son esenciales para el progreso en este problema, que está aún sin resolver, dado la complejidad del proceso responsable.

La Comisión recomendó que debían considerarse dos clases de estaciones con sismógrafos. La primera clase sería para el estudio de la estructura terrestre, por medio de ondas del subsuelo y superficiales. Estas estaciones estarían espaciadas en intervalos de 100 kilómetros y serían equipadas con instrumentos de tres componentes y corto período, e instrumentos de tres componentes y período intermedio o largo. Un espaciado más cerrado de estas estaciones de primer orden no se tomó en consideración. En áreas sísmicas se recomendó la instalación de estaciones adicionales, en intervalos adecuados a las circunstancias, pero en ningún caso a intervalos mayores de 500 kilómetros, equipadas por lo menos con sismógrafos de una sola componente (vertical) de corto período. En todos los casos las estaciones deben estar provistas de un buen control del tiempo, preferiblemente con reloj de cristal de cuarzo. Junto con estaciones de primer orden ya existentes, es deseable tener un gran número de acelerógrafos para movimientos intensos distribuidos por regiones potencialmente sísmicas. Estos instrumentos, que proporcionan información respecto a la intensidad y carácter del movimiento del terreno cerca del epicentro de terremotos intensos, serán examinados con más detalle en la sección de ingeniería sísmica.

Cada país tiene las siguientes responsabilidades, que pueden, en parte, ser realizadas por las varias organizaciones interesadas, pero que serían coordinadas por una agencia central:

1. Compilación de todos los datos históricos concernientes a terremotos en el país, y preparación de un catálogo exacto.
2. Organización de un sistema de registro de la ocurrencia e intensidad de terremotos sentidos y recopilación de listas y mapas de isosistas.
3. Compilación y custodia de los registros instrumentales de las estaciones de la red, y preparación de las interpretaciones definitivas.
4. Preparación y publicación de boletines normalizados que contienen la información reunida.
5. Determinación de epicentros, magnitudes y otros datos concernientes a terremotos dentro del territorio y su publicación.
6. La calibración y mantenimiento de las estaciones de la red.
7. El rápido intercambio de datos con otros países y el suministro de información a las agencias internacionales.

8. Participación en servicios especializados de prevención (por ejemplo tsunamis, erupciones volcánicas, tormentas, etc.).

9. La instrucción de técnicos y observadores.

II. SISMOTECTÓNICA Y ZONAS SÍSMICAS

Para aplicar regulaciones relativas a edificaciones resistentes a los movimientos sísmicos adecuadamente a diferentes regiones, es necesario disponer de un mapa de zonas sísmicas con áreas cuidadosamente delimitadas de probable intensidad máxima sísmica.

Aunque actualmente no podemos predecir exactamente el momento de la ocurrencia de futuros terremotos, es posible indicar, en cierta proporción, las zonas en que un sismo de determinada intensidad máxima pueda ocurrir. La construcción de un mapa de esta índole requiere ciertos datos básicos. Sin embargo, una vez construido, este mapa guiará al ingeniero para ajustar su proyecto de construcción antisísmica al peligro potencial de un terremoto.

Como la sismicidad de un área es función de la actividad tectónica, los datos básicos para el mapa deben incluir los resultados de investigaciones sísmica y tectónica.

Los elementos que determinan la sismicidad son:

- 1) Localización de focos.
- 2) Energía de los terremotos.
- 3) Frecuencia de sismos de diferente magnitud o, en el caso de datos insuficientes, la máxima energía de un temblor de tierra.
- 4) Características dinámicas de los focos (tipos de dislocaciones).

Para guía adecuada en la aplicación de regulaciones en construcciones resistentes a terremotos, es necesario poseer el máximo conocimiento de la sismicidad de la región, y de la naturaleza de los movimientos del terreno que se esperan. Esta información puede obtenerse de los registros de sismógrafos y acelerómetros de movimientos intensos, pero es esencial (especialmente en países en que no se dispone de datos instrumentales) que sea recopilada, analizada y publicada toda la información histórica disponible concerniente a terremotos y daños originados por los mismos. En muchos casos los datos sísmicos no son suficientes por sí solos para el establecimiento de la zona sísmica de una región, esto es, pueden haber ocurrido demasiados pocos terremotos durante el período de observación. En ese caso, hay que recurrir a la tectónica de la región, teniendo presente que la sismicidad está sometida a la tectogénesis de esa región.

Utilizando las leyes que rigen la tectogénesis, disponemos de algunas bases para interpolación y extrapolación de datos sismo-estadísticos en regiones en que los registros sísmicos son insuficientes.

El esquema de conclusiones es como sigue: si hay cierta zona tectónica caracterizada por alguna peculiaridad en su historia tectónica y estructura, y si son registrados terremotos de una determinada intensidad máxima en algún sitio en esta zona, se admite entonces que sismos de la misma intensidad máxima pueden producirse en toda la extensión de esta zona.

Por consiguiente, para lograr un mapa de zona sísmica es necesario estudiar la relación entre la sismicidad y la estructura tectónica e historia. Entre los datos tectónicos requeridos para semejante mapa se incluyen la historia de los movimientos verticales y horizontales de la corteza; la dirección, velocidad y diferenciación de sus movimientos recientes; clases de plegamientos, y tipos, dimensiones, profundidades y edad de las fallas.

Es necesario subrayar que en muchos casos se ha simplificado exageradamente la correlación entre sismicidad y tectónica. Se ha sugerido que los terremotos ocurren a lo largo de fallas que son observadas en la superficie, pero hay muchos terremotos que no muestran co-

relación alguna con estas fallas, y algunos geólogos y geofísicos han comenzado a poner en duda la posibilidad de una correlación entre sismicidad y tectónica.

En realidad, las correlaciones sismotectónicas son más complicadas. Con el fin de establecer su existencia, es necesario estudiar no sólo las estructuras geológicas actualmente existentes, sino también la historia completa del desarrollo tectónico del área, a través de un periodo extenso de tiempo geológico, prestando particular atención a los movimientos verticales de la corteza, tal como se revela en los espesores y facies de sedimentos.

Este extenso análisis histórico-tectónico posibilita distinguir diferentes zonas tectónicas sobre la base de sus diferentes estudios. Al propio tiempo es posible distinguir zonas tectónicas superpuestas de diferentes órdenes. Epicentros de terremotos están a menudo concentrados a lo largo de límites de regiones en que la historia de los movimientos es diferente, independientemente de la presencia o ausencia de fallas superficiales. La profundidad focal y magnitud de los choques diferirán en límites entre zonas de diferente orden.

Los datos geofísicos regionales son muy útiles para contribuir a trazar zonas tectónicas. Mediciones gravimétricas son de un valor particular, ya que las zonas de actividad sísmica coinciden frecuentemente con acusados cambios en el campo regional de la gravedad.

La historia tectónica y estructura deberán ser estudiadas en el curso de la confección del mapa geológico, pero frecuentemente, en regiones sísmicas, se requieren algunas investigaciones tectónicas especiales. Movimientos recientes de la corteza se estudian por una combinación de métodos geológicos, geomorfológicos y geodésicos. En el estudio de movimientos recientes, el objetivo más importante es determinar el mayor contraste a lo largo de la línea de movimiento. Usualmente los terremotos tienen lugar a lo largo de tales líneas. Es también muy útil investigar las estructuras profundas sobre la base de la distribución y actividad de volcanes.

Las recomendaciones generales son las siguientes:

- a) Resumir todos los datos sísmicos utilizables bajo la forma de descripciones de terremotos históricos, mapas con isosistas para terremotos particulares, mapas generalizados formados por la combinación de estos mapas individuales, mapas de epicentros, y mapas de profundidad local, energía y distribución de frecuencia.
- b) Intensificar el estudio de la tectónica regional sobre la base de confección de mapas geológicos regulares y de investigaciones tectónicas especiales en las áreas sísmicas.
- c) Comenzar el estudio del desarrollo y diferenciación de recientes movimientos corticales utilizando métodos geológicos, geomorfológicos y geodésicos.
- d) Desarrollar investigaciones geofísicas regionales, especialmente gravimétricas.
- e) Establecer una estrecha cooperación entre geofísicos, geólogos y geodestas para el análisis de los estudios tectónicos y geofísicos en relación con los terremotos.

Los diferentes mapas de sismicidad regional, mencionados en el párrafo a), son en sí de gran valor, constituyendo una base para el desarrollo de futuros mapas de zonas sísmicas, pero sin los datos respecto a las condiciones tectónicas de la región, tales mapas de sismicidad no pueden por sí considerarse como con base suficiente para la diferenciación regional en la aplicación de regulaciones relativas a la edificación.

Cuando no puedan prepararse mapas de zonas sísmicas basados en suficiente conocimiento de las condiciones de sismicidad, cabría recomendar que aquellos países con áreas relativamente pequeñas o extendidas a lo largo del cinturón sísmico, aceptasen temporalmente un nivel de peligro sísmico probable, de acuerdo con la energía del mayor terremoto ocurrido en el país. Gradualmente, a medida que se disponga de nuevos datos geológicos utilizables, podría reducirse el nivel del peligro sísmico probable para algunas partes del país.

Es imposible dar un criterio preciso por el cual pueda juzgarse la cantidad de datos sísmicos y tectónicos necesarios para la recopilación que exige un mapa de zonas sísmicas de ga-

rantía, ya que tanto depende de las condiciones regionales. El grado de confianza que merecen dichos mapas puede incrementarse a medida que puedan utilizarse nuevos datos, y los mapas ya en uso deberán someterse a una revisión sistemática de vez en cuando.

Para el primer intento de confeccionar un mapa de zonas sísmicas de América del Sur, se recomienda una escala de 1:5.000.000.

III. INGENIERÍA SÍSMICA

La ingeniería sísmica abarca todos los aspectos del proyecto y construcción de edificios, presas, puentes, plantas de energía, etc., para que resistan seguramente la acción de terremotos fuertes. La finalidad de dicho proyecto «resistente al terremoto» no es prevenir todo el daño ocasionado por terremotos intensos, pues semejante objetivo se traduciría en estructuras irrazonablemente costosas. El propósito es, en primer lugar, el aseguramiento contra pérdidas de vidas y perjuicios, y después compensar los costos de una resistencia adicional del proyecto respecto al gasto probable de reparación del daño, atendiendo a la duración esperada de la estructura.

Las principales subdivisiones del tema de la ingeniería sísmica se examinarán a continuación en forma resumida.

1. Medición de los movimientos del suelo causados por terremotos intensos.

Se ha impuesto en ocasiones que el registro obtenido de estaciones sismológicas normales contiene toda la información necesaria para los ingenieros. Aunque los estudios de los sismólogos proporcionan al ingeniero una información muy necesaria respecto a la probabilidad de la ocurrencia de sísmos en un área dada e intervalo de tiempo, se necesitan mediciones adicionales que deben, por lo general, efectuarse por los propios ingenieros. Con el fin de determinar la respuesta de una estructura a un terremoto debe conocerse como una función del tiempo la aceleración del terreno. Tal información se obtiene por un instrumento denominado *acelerógrafo para movimientos intensos*.

Un acelerógrafo para movimientos intensos contiene un elemento sismográfico que presenta un período natural no mayor a 0.1 de segundo, preferiblemente alrededor del 0.05 de segundo. La lectura a plena escala del instrumento deberá ser por lo menos una mitad de la aceleración de la gravedad (0.5 g), con una sensibilidad suficiente para proporcionar lecturas exactas al nivel de 0.005 g. La velocidad de registro será por lo menos de 1 cm/seg para separar adecuadamente componentes de frecuencia alta que puedan ser de importancia estructural. En razón de esta velocidad de registro, no puede funcionar el instrumento de un modo continuo, pero debe ir provisto de un disparador de inercia accionado por el propio terremoto. El proyecto de esta estructura representa un compromiso crítico si el disparador es demasiado sensible, puede ser accionado por vibraciones extrañas o una serie de pequeños terremotos, agotando así el suministro de papel antes de que ocurra un terremoto fuerte. Si el disparador es poco sensible, puede perderse del todo la porción inicial del acelerograma. El acelerógrafo debe también contener un interruptor exacto para la medición del tiempo, y circuitos sincronizadores que detendrán el registro después de un periodo de tiempo pre-establecido, y que reajustarán el dispositivo adecuadamente para el siguiente terremoto. A causa de la rareza de terremotos intensos en una región dada, y la consiguiente importancia de obtener cada registro, los acelerógrafos para movimientos intensos deben presentar un elevado grado de confianza. El acelerógrafo debe ser capaz de permanecer sin vigilancia en puntos aislados durante muchos meses y debe poseer un suministro independiente de energía para el caso de un fallo en ésta.

Dos factores distintos intervienen en la exigencia de un número relativamente grande de acelerógrafos para movimientos intensos en comparación con redes normales de sismógrafos. Primeramente, es necesario la localización dentro de 50-100 kilómetros del epicentro de un terremoto fuerte para obtener movimientos del suelo de magnitud suficiente para que presente interés ingenieril. Como sería evidentemente imposible cubrir del todo aun las regiones de elevada sismicidad con una red completamente adecuada de acelerógrafos para movimientos intensos, la práctica hasta ahora seguida ha sido concentrar tales instrumentos en las cercanías de ciudades o lugares importantes con obras de ingeniería de mayor relieve tales como presas o plantas de energía. Deberá también tenerse presente que los acelerógrafos para movimientos intensos deberán estar localizados en el mismo terreno geológico que las estructuras ingenieriles de que se trate.

En razón del coste relativamente elevado y la complejidad del acelerógrafo para movimientos intensos, y la necesidad de registro en muchos puntos diferentes, se han desarrollado muchos esfuerzos para obtener un instrumento simplificado. Un instrumento de ese tipo se ha construido recientemente por el U. S. Coast and Geodetic Survey y el California Institute of Technology, con el nombre de *sismoscopio*. El sismoscopio no mide directamente el movimiento del suelo, sino que registra la respuesta máxima de un sistema mecánico que presenta un período de 0.7 segundo, aproximadamente, y un amortiguamiento de 10% del crítico. Con esta lectura máxima, pueden conseguirse ciertas conclusiones respecto a la magnitud de la respuesta estructural. Ensayos recientes en California, en los que el mismo terremoto fuerte fue simultáneamente registrado en el mismo punto por un acelerógrafo para movimientos intensos y por un sismoscopio, han puesto de manifiesto que pueden obtenerse resultados útiles con un instrumento simplificado. Dado que pueden obtenerse 50 sismoscopios por el coste de un acelerómetro para movimientos intensos, son patentes las ventajas del sismoscopio como un suplemento del acelerógrafo para movimientos intensos.

2. Análisis dinámico de la respuesta de estructuras a excitaciones sísmicas.

Con el acelerograma del movimiento sísmico del terreno, el cálculo de la respuesta de cualquier estructura al terremoto es en principio un asunto de aplicación directa de las leyes de la dinámica. A causa de la forma complicada de la mayoría de las estructuras y el carácter sumamente irregular y transitorio del movimiento sísmico del terreno, los problemas de esta índole son de hecho muy difíciles de resolver. Desarrollos recientes en matemáticas aplicadas, principalmente en la teoría de las matrices, y el desarrollo de calculadoras digitales y analógicas de elevada velocidad, han aportado ahora soluciones a tales problemas en el terreno de la práctica. Un aspecto importante de la ingeniería sísmica es la investigación de la respuesta de sistemas típicos mecánicos a terremotos fuertes típicos. Estos estudios se efectúan actualmente para estructuras cargadas dentro del régimen plástico, en el que el sistema deja de ser lineal.

B. Determinación de las propiedades dinámicas de estructuras.

La respuesta de estructuras a terremotos depende de características dinámicas de los materiales y estructuras, que pueden ser muy diferentes de las propiedades estáticas ordinariamente medidas en laboratorios de ensayo. Tales propiedades dinámicas sólo pueden determinarse en la mayoría de los casos realizando ensayos dinámicos efectivos con estructuras completas, a plena escala, en niveles de carga correspondientes a los desarrollados por un terremoto fuerte. Estudios sobre modelo en este campo son usualmente inciertos, porque muchas de las características dinámicas importantes son probablemente la conse-

cuencia de detalles estructurales localizados tales como juntas, que no pueden ordinariamente ser modeladas. Las propiedades dinámicas más importantes son la combinación de rigidez y distribución de masa, tal como se pone de manifiesto por ensayos de las frecuencias naturales y formas modales de vibración en varios niveles de amplitud, y la disipación de energía en la estructura tal como es medida por la cantidad de amortiguamiento de vibración. Mucho trabajo se efectúa actualmente en la consecución de máquinas adecuadas de ensayos dinámicos, y en la realización de ensayos dinámicos de estructuras completas para lograr un cuerpo de doctrina uniforme referente a estas propiedades dinámicas.

4. Problemas de Mecánica del Suelo y Cimentaciones.

Un elemento especialmente crítico en un proyecto de edificación resistente al terremoto es el proyecto de cimentación. Un establecimiento desigual de una cimentación a causa de algunas características dinámicas adversas del suelo, provocadas por un terremoto, puede originar un desastre en una estructura de otro modo segura. Por esta razón, deben efectuarse estudios ampliados de las propiedades dinámicas de suelos, y deben desarrollarse métodos de ensayos dinámicos para suplementar los ensayos estáticos normales. Otro aspecto del problema de mecánica del terreno es el efecto de las condiciones del subsuelo y de la geología local en el movimiento del terreno producido por un terremoto determinado. Es un hecho bien conocido que estructuras cimentadas en ciertos tipos de suelo pueden experimentar más daño que construcciones similares a igual distancia del epicentro en otros tipos de terreno. La extensión en que estos efectos observados en pasados terremotos pueden explicarse por movimiento incrementado del suelo, o por fallos en la cimentación, no está todavía completamente comprendida.

5. Desarrollo de Técnicas Prácticas de Proyectos.

Los métodos de análisis referidos anteriormente, que emplean calculadoras digitales y los últimos desarrollos en la matemática aplicada, son instrumentos de investigación y resultan demasiado complicados y demasiado costosos para tareas de proyectos típicos ingenieriles. Una de las actividades más importantes del ingeniero sísmico es la reducción de los resultados de tales investigaciones a una forma adecuada para la aplicación del proyecto. Necesitan desarrollarse fórmulas simplificadas aproximadas, y la precisión y alcance de aplicación de tal relación precisan ser cuidadosamente investigadas. Un ejemplo de tal simplificación es la reducción del problema dinámico a una carga estática equivalente, con la especificación de una fuerza sísmica horizontal constante expresada como una fracción prescrita del peso total de la estructura. Es bien sabido que semejante simplificación no será satisfactoria para las estructuras más flexibles, y que se requerirán más relaciones intrincadas incorporando el período natural de la estructura.

6. Normas de edificación y Sistemas de Inspección.

La experiencia alcanzada en todos los países en zonas sísmicas, han demostrado que no es suficiente dejar el asunto del proyecto de edificación resistente al terremoto enteramente a la iniciativa del ingeniero individual y constructor. Aun cuando el conocimiento más reciente del asunto fuese utilizable en forma debida, la presión económica puede a menudo impedir la realización de las intenciones del ingeniero. Un elemento indispensable de la ingeniería sísmica es el establecimiento de reglas y regulaciones especiales para el proyecto de edificación resistente al terremoto, que deben incorporarse en normas constructoras estándares a las que se da fuerza de ley. La redacción de tales normas no es una cuestión sen-

cilla, ya que hay que coordinar varios compromisos: el deseo de daño mínimo debe compensarse con factores económicos; el deseo de incluir los resultados más recientes de estudios teóricos debe cotejarse con la necesidad de sencillez y velocidad en aplicación; el deseo de incluir todos los tipos de edificaciones y estructuras ingenieriles debe compaginarse con las ventajas de claridad y brevedad. En general, las normas de mayor éxito han evitado el intento de especificar en detalle todas las situaciones concebibles.

La experiencia universal lograda en todos los países con normas sísmicas ha sido que tales normas son completamente ineficaces sin un sistema rigurosamente observado de inspecciones y sanciones legales. Inspectores de edificación especialmente entrenados, en una situación legal, deben visitar periódicamente cada trabajo de construcción durante el desarrollo de ésta, y la aprobación de estos inspectores y la ultimación satisfactoria de ensayos standards especificados debe ser una condición inalterable para proseguir el trabajo. Si bien ingenieros y arquitectos individuales han protestado a veces contra la severidad de tales procedimientos, la mayoría han terminado por convencerse que a la larga tales regulaciones actúan como una protección para la profesión.

Como puede verse, la ingeniería sísmica abarca una amplia serie de temas de índole diversa. No es probable que sismólogos, matemáticos en el terreno de la aplicación, ingenieros de estructuras, expertos en mecánica del suelo, funcionarios públicos e inspectores de edificaciones, coincidan todos en tales problemas, de no tomarse medidas especiales para amarrarlos. Es por esta razón por lo que se han creado organizaciones especiales tal como el Earthquake Engineering Research Institute de California. La ingeniería sísmica es un tema relativamente nuevo, y es de esperar que la gran necesidad de desarrollos rápidos en este campo alentará un esfuerzo mucho mayor en el futuro.

ACUERDOS DE LA SUBCOMISION DEL MAPA TECTONICO DE EUROPA

Del 26 al 31 de marzo de 1962 se reunió en Praga la Subcomisión del Mapa Tectónico de Europa, con la asistencia de representaciones de Inglaterra, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, EE. UU., Finlandia, Francia, Hungría, Israel, Italia, Noruega, Países Bajos, Polonia, Alemania, Rumanía, Suecia, Suiza, Siria, Checoslovaquia, Turquía, U. R. S. S. y Yugoslavia.

Entre las resoluciones tomadas figuran:

A) La Subcomisión del Mapa Tectónico Internacional de Europa ve con satisfacción el estado y avance de impresión del Mapa Tectónico de Europa escala 1:2.500.000 y felicita al Comité de redacción por el trabajo realizado. Se quiere se intente finalizarlo para dentro del año 1962. Toma nota de que habrá dos ediciones, en lengua francesa y rusa respectivamente, previstas con 3.000 y 5.000 ejemplares, con folletos explicativos. La publicación del Mapa Geológico Internacional de Europa escala 1:2.500.000 que resulta de la colaboración de geólogos de todos los países interesados, representa una etapa fundamental en el progreso de las Ciencias Geológicas. Debe constituir un estímulo, tanto para profundizar en los problemas teóricos basados en la tectónica, así como para el estudio de relaciones de ésta con la metalogenia y la geología aplicada.

B) 1. La Sub Comisión, después de estudiar preliminarmente la primera edición del Mapa Tectónico, emite el deseo de que sea iniciada una segunda edición, conforme a los acuerdos del XXI Congreso Geológico Internacional de Copenhague. 2. La Sub Comisión ha reconocido que el proyecto de la nueva leyenda para la segunda edición del Mapa Tectónico, constituye una importante mejora con relación a la primera edición. Si la Sub-Comisión admite que pudieran tener lugar fructuosas discusiones en cuanto a la leyenda, desea

que no sea tomada ninguna decisión hasta que las diversas comisiones nacionales o servicios geológicos, estén en posesión de la primera edición completa y que éstas lo comuniquen a los geólogos interesados de cada país. Se podrán presentar en la próxima Sesión de la Sub-Comisión, maquetas de mapas tectónicos de diferentes países, maquetas que constituirán las bases de las discusiones de la leyenda.

3. *Orogenesis.*—a) La discusión del número de las diferentes eras orogénicas ha mostrado que este número es insuficiente en lo que concierne al Precambriano; por el contrario, no hay causa para aumentar el número de las eras más recientes. b) La discusión ha mostrado la necesidad de una profundización en el sentido del alcance de expresiones teóricas, tales como, «étage structural», «Eu-Miogéosynclinal», «unité structurale», «Externides» e «Internides», etc. La Sub-Comisión ruega al Secretario General de organizar un cambio de puntos de vista en el curso de la próxima sesión, a fin de obtener una comprensión mutua partiendo de definiciones de los términos que sean propuestos. c) La Sub-Comisión observa que la representación del metamorfismo y magnetismo puede ser mejorada.

4. *Los recubrimientos.*—La discusión de la representación en detalle de los recubrimientos, así como el de la realización de unidades de la orogénesis situada por debajo de éstos, ha conducido a la Sub-Comisión a indicar que la representación de los recubrimientos sea generalmente suprimida cuando no sea posible que figure al mismo tiempo la tectónica de la orogénesis.

5. Se acuerda elevar a veinte el número de hojas del Mapa Tectónico de Europa por adición de 4 hojas situadas al Norte, incluida Groenlandia.

C) 1. Se tomarán las medidas consiguientes para que se asegure la impresión de la hoja número 16 en la primera edición del Mapa Tectónico Internacional de Europa.

D) 1. La Sub-Comisión recomienda se continúe el estudio de la tectónica de los fondos oceánicos. El trabajo ulterior deberá ser realizado en colaboración con las otras organizaciones internacionales que trabajan en estos campos, como la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica y la Unión Internacional de Ciencias Geológicas.

E) 1. La Sub-Comisión del Mapa Tectónico de Europa agradece al Prof. Nikolaev la presentación de su proyecto de leyenda para un mapa neotectónico.

2. Recomienda que los estudios preliminares sean seguidos con la idea de formar tal mapa. A este efecto, recomienda a los diferentes países estudiar este proyecto de leyenda, en la medida de sus posibilidades, en preparar a título experimental las maquetas provisionales a escala y leyendas libres para presentarlas a la reunión de París, con todas las explicaciones útiles sobre el método utilizado.

3. Ruega que un proyecto de leyenda sea elaborado a continuación de estas discusiones para ser presentado en el Congreso Geológico de New Delhi, al mismo tiempo que los mapas provisionales que puedan ser realizados. Se pretende que en el Congreso pueda eventualmente tomarse una decisión sobre la realización del Mapa Neotectónico Internacional, definiendo las condiciones de colaboración con las otras organizaciones internacionales, especialmente la INQUA y la Unión Geográfica Internacional.

La Sub Comisión se da por enterada y agradece al Prof. King la situación en que se encuentra la publicación del Mapa Tectónico de Estados Unidos y el Mapa Tectónico de América del Norte a escala 1:2.500.000.

PROYECTO DE LEYENDA DEL MAPA DE TECTONICA RECIENTE DE EUROPA A ESCALA 1:2.500.000

1. Principios de la leyenda

1. Se considera la tectónica reciente, como los movimientos tectónicos y las formas

estructurales que determinan los rasgos esenciales del relieve contemporáneo de la tierra. Los tiempos de los movimientos más intensos influyen en la formación del relieve, no pueden por tanto ser definidos con precisión, no siendo siempre sincronicos, sin pasar los límites del Neógeno y Cuaternario.

2. Los mapas tectónicos ordinarios reflejan el resultado de intensos estudios seguidos de la reconstrucción del plan indicado; el mapa tectónico reciente debe reflejar los movimientos de una sola etapa que, habitualmente, cambia muy poco y no sufre por consiguiente la acción de los movimientos posteriores. A causa de esto, los principios de la elaboración del mapa neotectónico se diferencian, sobre todo, de los establecidos para los mapas tectónicos ordinarios.

3. El principio fundamental del mapa neotectónico debe consistir en distinguir importantes regiones o formas geoestructurales según la dirección e intensidad de los movimientos tectónicos recientes.

La dirección se identifica por las tintas. Para todas las superficies correspondientes a los movimientos de subsidencia durante el Neógeno y Cuaternario serán reservados los matices verdes, a los levantamientos diferentes en tono rojo y marrón.

La intensidad de los movimientos se representa por una coloración de tono reservado. La estabilidad relativa de las plataformas continentales se destaca no solamente por el color reservado, sino también por la disminución de la intensidad de éste, lo que permite separar estas regiones de las zonas móviles, donde los movimientos son mucho más intensos y por consecuencia los colores son más brillantes.

4. En las regiones extensas de los depósitos neógenos se toma para el nivel destacado donde la deformación durante el Neógeno y Cuaternario es representada en el mapa, el nivel contemporáneo del océano. En las otras regiones los valores de los levantamientos y las subsidencias se diferencian según un conjunto de datos geológicos y paleontográficos, según las superficies neógeno-cuaternarias de arrasamientos, según la altura a la cual son elevados los restos de la corteza antigua de alteración o bien los depósitos neógenos marinos de los continentales, según el grado de enclavamiento de la erosión, según la potencia de los depósitos de la edad conforme, etc. No obstante esto, se toma en consideración el nivel marcado que ha determinado en las capas, dando una presencia concreta.

II. Regiones geoestructurales.

Se proyectan figuren en el mapa las regiones estructurales siguientes, que se distinguirán por la intensidad y la dirección de los movimientos tectónicos recientes.

1. *Las plataformas.*—Regiones de manifestaciones poco importantes de movimientos tectónicos recientes con pequeños gradientes o predominando los levantamientos generales.

Se dará intensidad gradual de conformidad con la amplitud de las deformaciones de la superficie ante-neógena que tuvieron lugar en el curso del Neógeno-Cuaternario. Mayor de 1.000 m; de 500 a 1.000 m; de 400 a 500 m; de 300 a 400 m; de 250 a 300 m; de 200 a 250 m; de 150 a 200 m; de 100 a 150 m; de 50 a 100 m; de 0 a 50 m; de 50 a 100 m; de 100 a 200 m; de 200 a 300 m; de 300 a 500 m; menor de 500 m.

A las regiones de los levantamientos relativos, se reservan los tonos marrones-amarillos, y en las regiones de la subsidencia relativa los tonos verdes-oliva.

2. *Regiones orogénicas.*—Regiones de manifestaciones intensas de movimientos recientes con importantes gradientes o predominio de levantamientos generales. Se distinguirán las subregiones:

a) *Con los gradientes de movimientos relativamente disminuidos:*

Los colores graduales se hacen según las deformaciones de la superficie anti-neógena en el curso de Neógeno y Cuaternario, según las isobatas siguientes: encima de 1.500 m; de 100 m; de 700 a 1.000 m; de 500 a 700 m; de 300 a 500 m; de 200 a 300 m; de 100 a 200 m; de 50 a 100 m; de 0 a 50 m.

Para la región orogénica con los gradientes de movimientos disminuidos son reservados los tonos rojos-marrones.

b) *Con los gradientes de movimientos importantes en las zonas de plegamientos anticambrianos calcedoniano y varisco.*

La intensidad gradual será según las isobatas: encima de 4.000 m; de 3.000 a 4.000 m; de 2.000 a 3.000 m; de 1.500 a 2.000 m; de 1.000 a 1.500 m; de 700 a 1.000 m; de 500 a 700 m; de 300 a 500 m; de 0 a 300 m; de 0 a 300 m; de 300 a 500 m; de 500 a 1.000 m; de 1.000 a 1.500 m; de 1.500 a 2.000 m; de 2.000 a 3.000 m; debajo de 3.000 m.

A la sub-región orogénica dada son reservadas, a las zonas de levantamientos relativos, los tonos rosas-rojos, y las zonas de subsidencias relativas, los tonos verdes fríos.

c) *Con los gradientes de movimiento importante en las zonas de plegamiento alpino.*

La intensidad gradual según las isobatas: encima de 5.000 m; de 4.000 a 5.000 m; de 3.000 a 4.000 m; de 2.000 a 3.000 m; de 1.500 a 2.000 m; de 1.000 a 1.500 m; de 500 a 1.000 m; de 0 a 500 m; de 0 a 500 m; de 500 a 1.000 m; de 1.000 a 1.500 m; de 1.500 a 2.000 m; de 2.000 a 3.000 m; de 3.000 a 4.000 m; debajo de 4.000 m.

Para la sub-región orogénica dada, o regiones de levantamientos relativos, se reservan los tonos verde-azul turquesa.

III. La tectónica reciente de las regiones ante la estructura oceánica de la corteza terrestre.

Las regiones de escudos son representadas de conformidad con la leyenda adoptada para los continentes, pero con colores débiles submarinos.

La representación de la estructura de las plataformas oceánicas será realizada con una leyenda especial que se prepara actualmente.

IV. Las estructuras tectónicas formadas en curso del Neógeno-Cuaternario.

A. ESTRUCTURAS TECTÓNICAS IMPORTANTES

1. La aplicación de las intensidades graduales permiten figurar las regiones geoestructurales, y las estructuras importantes que se encuentran en sus límites. Son puestas en relieve por las isolinéas de las deformaciones de la superficie ante-neógena.

Sobre el mapa son referidos los límites de regiones geoestructurales importantes.

2. *Isobatas.*—Las isolinéas de deformaciones de la superficie anti-neógena son trazadas por finas líneas negras. Si se acepta otro horizonte correspondiente a la etapa neotectónica (por ejemplo para el Cáucaso, la Crimea, los Cárpatos, el límite inferior de Sarmatiense constituirá el límite de la intensificación de los movimientos), se representará por una fina línea coloreada.

3. *Substitución de las figuras reservadas a los movimientos tectónicos.*

La parte de la corteza terrestre que ha sufrido durante el Neógeno-Cuaternario una inversión de movimientos, se figurará especialmente, distinguiendo: *a)* las partes o aquellos movimientos descendentes sucediendo a los movimientos ascendentes; *b)* las partes o los movimientos ascendentes reemplazando a los movimientos descendentes.

B. PLEGUES

4. Las figuras suplementarias reflejan las formas estructurales menos importantes, que bajo forma de pliegue se han desarrollado en el curso del Neógeno-Cuaternario. Sobre el mapa serán representadas: *a)* las direcciones de los pliegues definidos de la cobertura de regiones orogénicas que tengan los trazos típicos de los movimientos recientes; *b)* las formas que no se manifiestan en el relieve o bien se manifiestan débilmente, la variación del color de la figura reflejará las formas estructurales donde el origen se refiera al Neógeno-Cuaternario y un color particular para el Mioceno superior, el Cuaternario inferior y el Cuaternario tardío; *c)* las estructuras que no son manifestadas en el relieve o manifestadas débilmente, la variación de color del contorno se figura con un sombreado reflejando las formas estructurales de la plataforma, que son producidas durante la etapa Neógeno-Cuaternario en las épocas mencionadas; *e)* los domos salinos y anticlinales de sal o núcleos afloramientos; *f)* los domos de sal y anticlinales de sal o los núcleos cubiertos; *g)* los límites de dislocación de sal; *h)* las dislocaciones glaciares.

C. TECTÓNICA DE FRACTURA

5. Se reservan signos especiales para las diferentes dislocaciones de fractura formadas en el curso del Neógeno-Cuaternario. Se representan por la ayuda de líneas de diversos colores que reflejan su enlace con los accidentes más antiguos, las líneas frambuesas se han reservado para los accidentes consecuencia y renovación; las líneas bermellón a los accidentes Neógeno-Cuaternario. No obstante, entre los accidentes se distinguirán: *a)* las zonas contemporáneas de las fracturas de fondo (accidentes mayores) y de flexiones que no pueden ser representadas por la ayuda de isobaras; *b)* débiles direcciones de fallas inversas, los signos son inclinados sobre el lado del flanco; *c)* desgarraduras; el tamaño de las flechas y las cifras muestran la amplitud del desplazamiento horizontal; *d)* flexiones localmente asociadas con las fallas; *e)* capas de arrastre, los signos son rizados del lado del complejo de cabalgamiento. La amplitud de desplazamientos horizontales se indica por las cifras en Km.

Los accidentes determinados se representan por líneas ininterrumpidas y los accidentes supuestos por líneas punteadas.

V. Vulcanismo

El mapa reflejará todo el conjunto y manifestaciones de volcanismo neógeno-cuaternario: *a)* efusiones recientes de composición ácida; *b)* las recientes brechas y nubes ardientes; *c)* efusiones recientes de composición básica; *d)* efusiones recientes de composición intermedia; *e)* efusiones recientes de composición alcalina; *f)* efusiones recientes de composición mixta; *g)* depósitos recientes piroclásticos; *h)* granitoídeos neógeno-cuaternarios.

La edad de las rocas se indicará por el color. Según la edad se distinguirán rocas, miocenas, miocenas (fin), pliocenas (principio), cuaternarias inferiores, cuaternarias (fin).

Los diversos signos mostrarán: *i)* los domos extrusivos; *j)* los diapiros magmá-

ticos; *k)* bloques; *l)* diques; *m)* volcanes activos o volcanes que han sido activos en el curso del período histórico; *n)* volcanes extinguidos (neógeno-cuaternario); *o)* volcanes submarinos.

VI. Formación y facies

Entre las formaciones volcánicas (ver. V) el mapa reflejará con la ayuda de diversos procedimientos, las otras formaciones de edad neógeno-cuaternaria. Se distinguirán: *a)* las regiones de la extensión de depósitos glaciares, trazando el límite de las glaciaciones máximas; *b)* las regiones de acumulación considerable de molasas neógeno-cuaternarias; *c)* las regiones de acumulación considerable de otros depósitos continentales, aluviales, aluviales lacustres; *d)* las regiones de extensión de depósitos marinos neógenos-cuaternarios, trazando los límites de extensión máxima del mar; *e)* el Mioceno transgresivo sarmatiense; *f)* el Plioceno (tiempo cuaternario inferior), transgresión de Aktchagyl; *g)* el Cuaternario superior (transgresión de Khvalynsk, transgresión boreal más tarde), transgresión postglacial.

VII. Otras designaciones

El mapa reflejará igualmente: *a)* los volcanes de polvo; *b)* los límites de extensión máxima de la tierra firme en el Cuaternario superior, el índice mostrará la edad; *c)* el epicentro de seísmos intensos con la intensidad expresada en magnitudes: $1/5 M 7$ y $M 7$; *d)* las zonas de subsidencia no compensadas, se traducirán en el relieve con forma de depresiones.

CORTADURAS

A fin de reflejar los datos suplementarios se propone hacer enclaves de pequeña escala y de dos tipos: históricos y temáticos:

Los enclaves históricos deberán reflejarse por las isobaras de los movimientos que tuvieron lugar durante las diversas etapas de la época neógena-cuaternaria: 1) Mioceno (fin), 2) Plioceno (fin), 3) Cuaternario tardío, 4) etapa contemporánea del Holoceno.

El mapa mostrará las isobaras de los movimientos, los límites de las transgresiones y regresiones máximas, los límites de volcanismo de plataforma y orogénico, las zonas de desarrollo activo de los pliegues, la amplitud de la surrección de los domos de sal, el mapa de la etapa contemporánea y holocena representará los epicentros de seísmos.

Los enclaves temáticos constituirán: 1) El mapa de la potencia de la corteza terrestre (la superficie de Mokhorovitch); 2) el mapa de anomalías isostáticas de la gravitación; 3) los esquemas de la trayectoria de desplazamientos del polo en el curso del Neógeno-Cuaternario y los cambios del plano ecuatorial; 4) el mapa de los límites de los tiempos del desarrollo activo del relieve.

SIMPOSIUM DE LA NEOTECTÓNICA DE EUROPA

Paralelamente a la elaboración de maquetas de mapas, se propone preparar para el territorio de cada país una especie de breve noticia explicativa. Deberá dar idea del estado de los conocimientos sobre el territorio dado, historia de la evolución neotectónica, la descripción de la variación de las formas estructurales neotectónicas, el volcanismo, los movimientos contemporáneos, los seísmos.

Se dividirá la noticia según las grandes regiones geoestructurales del mapa neotectónico de Europa. La breve noticia explicativa se preparará sobre la base de todo el conjunto de material obtenido para el mapa.

SEGUNDA EDICION DE LA CARTA TECTONICA DE EUROPA

Se ha propuesto la confección de una Segunda Edición del Mapa Tectónico de Europa, la cual será un perfeccionamiento de la primera y en ella se hará la síntesis de la estructura y de la historia del desenvolvimiento tectónico de Europa, con el formato de un atlas.

Contendrá nueve mapas a escala 1:10.000.000 y un mapa general escala 1:2.500.000 compuesto este último de veinte hojas.

Los mapas escala 1:10.000.000 son:

1) *Mapa hisométrico*, multicolor, lo más detallado (en los límites de la escala prevista), representando la morfología de la superficie del continente y del fondo oceánico.

2) *Mapa geológico* dando la representación completa con precisión hasta 1 mm.

3) *Mapa tectónico* tomando para modelo de la leyenda y de la precisión en la representación el mapa que se ha preparado de la URSS en la misma escala.

4-7) *Serie de mapas paleotectónicos*. Cada uno de los que forman esta serie deberá reflejar la situación tectónica que tenía el lugar al final de cada época, principalmente del plegamiento «Neogaikum». El contenido de los mapas se deduce del proyecto de leyenda.

8) *Mapa de la tectónica reciente*, debe representar una síntesis del Mapa 1:2.500.000.

9) *Mapa seismotectónico*. Representará las líneas isoseísmicas con intensidad gradual y las estructuras tectónicas de diferentes clases identificadas por los seísmos.

10) *Mapa tectónico de Europa* tendrá un contenido definido por un programa especial.

El atlas estará complementado con una nota informativa del orden de 30 a 40 folios impresos. Los autores de estas notas serán los de los mapas. Las notas y los mapas serán publicados en dos lenguas, francés y ruso.

Todos los mapas cubrirán el mismo territorio, del litoral occidental de Groenlandia hasta el borde occidental de Marruecos, al Oeste de la extremidad Oeste de Taimyr hasta el Golfo Pérsico, al Este la extremidad septentrional de los escudos de Groenlandia y de Europa, al Norte hasta la latitud del macizo Reguibat, y el Golfo de Akaba al Sur.

MAPAS PALEOTECTONICOS DEL ATLAS TECTONICO DE EUROPA

Cuatro hojas del Mapa Paleotectónico reflejarán el estado tectónico de Europa hacia el fin de las principales épocas de plegamiento.

Se propone que figure sobre los mapas (para cada una de las épocas):

A. La disposición (límites) y la estructura interna de las plataformas ante-cambrianas (cratones) distinguiendo: *a)* escudos y su estructura interna; *b)* fosas importantes de tipos diferentes y elevaciones en los límites de las plataformas (de los escudos) así como todas las grandes dislocaciones particulares que han tenido lugar hacia el fin de la etapa considerada; *c)* regiones de la extensión del piso estructural de la cobertura de la plataforma correspondiente en la etapa dada del plegamiento; *d)* diferentes formas de la actividad magmática; *e)* partes marginales de las antiguas plataformas parcialmente consideradas para el plegamiento dado.

B. En la disposición y la estructura interna de las zonas plegadas donde el desarrollo se terminó en la época del plegamiento, se distinguirán: *a)* zonas miogeosinclinales; *b)* zonas eugeosinclinales; *c)* bloques medios rígidos de su estructura interna; *d)* sistemas anticli-

nales y sinclinales; *e)* depresiones internas y ante-fosas; *f)* actividad magmática, zonas de ofiolitas, macizos de granitoides sin y postorogénicos, así como terrenos principales de vulcanismo subsecuente.

C. Elementos estructurales: posición de los anticlinales, domos, depresión, fracturas de fondo, fallas y desgarraduras, domos de sal, etc.

Las zonas y límites tectónicos deben figurar no solamente sobre el continente, pero también, si es posible, en los límites de las superficies oceánicas.

RESERVAS MINERAS

RESERVA EN LA PROVINCIA DE CACERES

Por Orden del Ministerio de Industria de 11 de abril de 1962, se ha resuelto: Reservar provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas que puedan encontrarse en la zona que se designa a continuación: Paraje «El Cabezó» del término municipal de Alcántara, de la provincia de Cáceres, donde se reservarán 48 pertenencias con el nombre de «Cáceres veinticuatro», tomando como punto de partida el vértice geodésico «Batalla», situado en el paraje «El Cabezó». Dicho punto de partida queda fijado por las visuales siguientes: Al centro del caballete de la casa de peones camineros situada en el kilómetro 5,6 de la carretera de Cáceres a Portugal S. 14g. 18m. O. Al eje de la torre de la iglesia de Santa María la Mayor de Brozas. S. 39g. 05m. E. A la veleta de la torre de la iglesia de Santa María de Alcomobar de Alcántara. S. 22g. 53m. E. Desde el punto de partida, en dirección N. 13g. 39m. O. y a 280 metros, se colocará la primera estaca. De la primera estaca, en dirección O. 18g. y a 400 metros, se colocará la segunda estaca. De la segunda estaca, en dirección S. 18g. S. y a 400 metros, se colocará la cuarta estaca. De la tercera estaca, en dirección E. 18g. S. y a 400 metros, se colocará la cuarta estaca. De la cuarta estaca, en dirección N. 18g. E. y a 1.200 metros, se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado un perímetro con las 48 pertenencias solicitadas.

RESERVA EN LA PROVINCIA DE CACERES

Por Orden del Ministerio de Industria de 12 de abril de 1962, se ha resuelto: Reservar provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos, fluidos y las rocas bituminosas que puedan encontrarse en la zona que se designa a continuación: Paraje «Dehesa de la Sierrita» del término municipal de Alcántara, de la provincia de Cáceres, donde se reservarán 90 pertenencias con el nombre de «Cáceres Veinticinco», tomando como punto de partida un mojón geodésico «Sierrita», de cota 418, situado en la Dehesa de la Sierrita a unos dos kilómetros al Norte de la carretera de Garrovillas a Mata de Alcántara. Desde él se han tomado las siguientes visuales: Al mojón geodésico «Peón» E. 14g. 50m. N. Al mojón geodésico «Corcorrona» S. 49g. 40m. E. Al mojón geodésico «Peral Viejo» S. 23g. 40m. O. A la esquina NO. de la casa cobertizo «La Sierrilla» O. 40g. S. y 23m. Desde el punto de partida, en dirección S. 22g. 22m. O. y a 1.500 m. se colocará la primera estaca. De la primera estaca, con dirección O. 22g. 22m. N. y a 600 metros, se colocará la segunda estaca. De la segunda estaca, en dirección N. 22g. 22m. E. y a 1.500 metros, se colocará

la tercera estaca. De la tercera estaca, en dirección E. 22g. 22m. S. y a 600 metros, se vuelve al punto de partida, quedando así cerrado el polígono de 90 Has. solicitadas.

RESERVA EN LA PROVINCIA DE CACERES

Por Orden Ministerial de 25 de abril de 1962, se ha resuelto: Reservar provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, que puedan encontrarse en la zona que se designa a continuación: Paraje «Toril del Vaqueril», del término municipal de Trujillo, de la provincia de Cáceres, donde se reservarán 45 pertenencias con el nombre de «Cáceres Treinta y Tres», tomando como punto de partida un mojón de cemento y ladrillos, enlucido, de forma prismática y remate piramidal, de unos 35 centímetros de altura. Se halla situado en la cerca denominada Toril del Vaqueril, encima de unos canchos de granito al Noroeste y próximo a unas calicatas abiertas para reconocimiento y con una dirección de Oeste 21 grados 83 minutos Sur y 295 metros, respectivamente, de la fuente de Vaqueril. La finca está arrendada por don Juan Mateo Avila, avencidado en Trujillo. Desde él se han tomado las siguientes visuales: Al eje chimenea más alta de la casa Vaqueril, Sur 2g. 54m. O. Al eje del molino viejo, S. 33g. 41m. O. Al eje de la veleta de la iglesia de Santa María de Trujillo, O. 27g. 65m. S. Desde el punto de partida, en dirección Norte 43 grados 50 metros Este y a 500 metros se colocará la primera estaca. De la primera estaca, en dirección Este 43 grados 50 metros Sur y a 400 metros, se colocará la segunda estaca. De la segunda estaca, en dirección Sur 43 grados 50 metros Oeste y a 1.000 metros, se colocará la tercera estaca. De la tercera estaca, en dirección Oeste 43 grados 50 metros Norte y a 500 metros, se colocará la cuarta estaca. De la cuarta estaca, en dirección Norte 43 grados 50 metros Este y a 500 metros, se colocará la quinta estaca. De la quinta estaca, en dirección Este 43 grados 50 metros Sur y a 100 metros, se vuelve al punto de partida, quedando así cerrado el polígono con una superficie de 45 hectáreas.

RESERVA A FAVOR DEL ESTADO, EN BADAJOZ

Por Orden del Ministerio de Industria de 12 de marzo de 1962, se ha resuelto: reservar, definitivamente, a favor del Estado, los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos, fluidos y las rocas bituminosas, en la zona que se designa a continuación: Paraje «La Calderilla» (Piedra Buena), de los términos municipales de San Vicente de Alcántara y Albuquerque, de la provincia de Badajoz, de 16 pertenencias, con el nombre de «Badajoz Séptima». Punto de partida, un mojón de mampostería situado a unos cuatro metros del camino de San Vicente de Alcántara a Villar del Rey, sito en la finca «La Calderilla» y a unos dos kilómetros de Albuquerque a Herrerueta, cuyas visuales, modificadas por la Jefatura del Distrito Minero, son las siguientes: Al eje de la veleta de la torre de la iglesia de San Mateo, S. 6g. 80m. O. Al eje de la chimenea principal Casa Valdeespina, O. 39g. 76m. N. Al mojón de límite de términos, sito junto al camino que va a Casas del Criadero Bajo, O. 33g. 70m. N. y 380 metros.

El punto de partida y demarcación, quedaron establecidos en la Orden de 1 de diciembre de 1959, publicada en el Boletín Oficial del Estado de fecha 17 del mismo mes y año, en la que se acordó la reserva provisional de la zona.

RESERVA A FAVOR DEL ESTADO, EN CACERES

Por Orden del Ministerio de Industria de 12 de marzo de 1962, se ha resuelto: reservar definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona que se designa a continuación: Paraje «Cerro Pajar», del término municipal de Torremocha, de la provincia de Cáceres, de 27 pertenencias, con el nombre de «Cáceres Veintidós». Punto de partida, un mojón de mampostería situado encima de una roca de granito en la finca de don Alfonso Senso, sito en las proximidades del kilómetro 9 de la carretera de Torremocha a Aldea del Cano, cuyas visuales, modificadas por la Jefatura del Distrito Minero, son las siguientes: Al eje chimenea, Casa de La Zafra, N. 30g. 52m. O. A la torre iglesia de Montánchez, S. 42g. 60m. E. Al eje chimenea, Casa de La Paloma, O. 39g. 14m. S. A. caballete Casa del Tinajo N. 26g. 68m. E.

El punto de partida y demarcación quedaron establecidos en la Orden de 24 de noviembre de 1959, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» el 10 de diciembre siguiente y rectificación en el del día 18 del mismo mes y año, en la que se acordó la reserva provisional de la zona.

RESERVA EN LA PROVINCIA DE TARRAGONA

Por Orden del Ministerio de Industria de 28 de marzo de 1962 se ha resuelto: 1.º Reservar provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de carbón que puedan encontrarse en el perímetro que a continuación se designa, comprendido en los términos municipales de Rodoña, Masllorens, Montferri, Salomó, Vespellá, La Nou del Gayá, Pobla de Montornès, Roda de Bará, San Vicente de Calders, Vendrell, Bonastre, Albiñana, Bisbal del Panadés, San Jaime de Domenys, Montmell y Villarrodoná, de la provincia de Tarragona, suspendiéndose dentro del mismo el derecho a solicitar permisos de investigación o concesiones de explotación de la sustancia afectada.

Se tomará como punto de partida la intersección el Meridiano 5º 03' con el Paralelo 49º 17'. Los demás vértices del perímetro serán las siguientes intersecciones de Meridianos y Paralelos: Meridiano 5º 2' con Paralelo 49º 17', Meridiano 5º 2' con Paralelo 49º 11', Meridiano 5º 12' con Paralelo 49º 11', Meridiano 5º 12' con Paralelo 49º 14', Meridiano 5º 14' con Paralelo 49º 14', Meridiano 5º 14' con Paralelo 49º 19', Meridiano 5º 17' con Paralelo 49º 19', Meridiano 5º 17' con Paralelo 49º 23', Meridiano 5º 14' con Paralelo 49º 23'. Este último vértice, unido con el punto de partida, cerrará el perímetro objeto de esta reserva.

RESERVA DE UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE HUELVA

Por Orden del Ministerio de Industria de 20 de febrero de 1962, se ha resuelto: que la reserva definitiva a favor del Estado, dispuesta por Orden ministerial de 31 de enero de 1961, en la zona comprendida en el término municipal de El Campillo, de la provincia de Huelva, para toda clase de minerales, excluidos los hidrocarburos líquidos y gaseosos y las pizarras bituminosas, se refiera sólo y exclusivamente a piratas de hierro y ferrocobrizas, dejando a salvo lo establecido por la Orden de 7 de enero de 1953, que a los efectos de

la Orden ministerial de 10 de febrero de 1945 dispone que dentro de la calificación general de piritas de hierro y ferrocobrizas se hallan incluidos los azufrones, así como los cobres ricos y los pórfidos y pizarras cobrizas.

RESERVA DEFINITIVA A FAVOR DEL ESTADO, EN LA PROVINCIA DE CACERES

Por Orden del Ministerio de Industria de 12 de marzo de 1962, se ha resuelto reservar definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos, fluidos y las rocas bituminosas en la zona que se designa a continuación: Paraje «Fuente de la Higuera», del término municipal de Torremocha, de la Provincia de Cáceres, de 21 pertenencias, con el nombre de «Cáceres Veintiuno». Punto de partida, un mojón de mampostería situado encima de una roca de granito en la finca de D. Antonio Flores Carrasco, en el sitio denominado «Hoja de Fray Julián», cuyas visuales, rectificadas por la Jefatura del Distrito Minero, son las siguientes: Al eje torre Ermita del risco N 27g. 72m. O. Al eje chimenea Casa de La Zafra O. 46g. 36m. N. Al eje chimenea Casa de las Mujeres o Millares O. 29g. 62m. N. El punto de partida y demarcación quedaron establecidos en la Orden de 24 de noviembre de 1959, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» de 10 de diciembre siguiente y rectificación en el del día 18 del mismo mes y año, en la que se acordó la reserva provisional de la zona.

PRORROGA A FAVOR DEL ESTADO DE UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA

Por Orden del Ministerio de Industria de 28 de marzo de 1962, se ha resuelto: prorrogar la reserva a favor del Estado de los yacimientos de plomo en una zona de la sierra de Gádor, de la provincia de Almería, establecida por Orden ministerial de 21 de abril de 1955, en los propios términos que se indicaban en la citada Orden.

RESERVA EN LA PROVINCIA DE CACERES

Por Orden del Ministerio de Industria de 11 de abril de 1962 se ha resuelto: Reserva provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas que puedan encontrarse en la zona que se designa a continuación: Paraje «El Cabezo», del término municipal de Alcántara, de la provincia de Cáceres, donde se reservarán 48 pertenencias con el nombre de «Cáceres veinticuatro», tomando como punto de partida el vértice geodésico «Batalla», situado en el paraje «El Cabezo». Dicho punto de partida queda fijado por las visuales siguientes: Al centro del caballete de la casa de peones camineros situada en el kilómetro 5,6 de la carretera de Cáceres a Portugal S. 14g. 18m. O. Al eje de la torre de la iglesia Santa María la Mayor de Brozas, S. 39g. 05m. E. A la veleta de la torre de la iglesia de Santa María de Alcomobar de Alcántara, S. 22g. 53m. E. Desde el punto de partida, en dirección Norte 13g. 30m. O. y a 280 metros, se colocará la primera estaca. De la primera estaca, en dirección O. 18g. N. y a 400 metros, se colocará la segunda estaca. De la segunda estaca, en dirección S. 18g. O. y a 1.200 metros, se colocará la tercera estaca. De la tercera estaca, en dirección E. 18g. S., y a 400 metros se colocará la cuarta estaca.

De la cuarta estaca, en dirección N. 18g E., y a 1.200 metros, se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado un perímetro con las 48 pertenencias solicitadas.

RESERVA EN LA PROVINCIA DE ZAMORA

Por Orden del Ministerio de Industria de 11 de abril de 1962 se ha resuelto: Reservar provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas que puedan encontrarse en la zona que se designa a continuación: Paraje «Paraguancho», del término municipal de Ricobayo, de la provincia de Zamora, donde se reservarán 30 pertenencias con el nombre de «Zamora Primera», tomando como punto de partida el centro del puente del camino de Villafior sobre el arroyo Paraguancho. Desde el punto de partida, en dirección N. 39g. 40m. E. y a 225 m., se colocará la primera estaca. De la primera estaca, en dirección E. 39g. 40m. S. y a 350 metros, se colocará la segunda estaca. De la segunda estaca, en dirección S. 39g. 40m. O. y a 300 metros, se colocará la tercera estaca. De la tercera estaca, en dirección O. 39g. 40m. N., y a 1.000 metros se colocará la cuarta estaca. De la cuarta estaca, en dirección N. 39g. 40m. E., y a 650 metros, se colocará la quinta estaca. De la quinta estaca, en dirección E. 39g. 40m. S., y a 650 metros se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado el perímetro de las 30 pertenencias solicitadas.

Notas bibliográficas

BIOPALEONTOLOGIA

HAROLDA C. UREY: *Origin of Life-like Forms in Carbonaceous Chondrites*. «Nature» **193**, págs. 1119 a 1123, 24 marzo 1962.

Hace un par de años que se habla de que las partes carbonosas de los meteoritos se sospecha tienen una ordenación debida a un proceso vital.

Según el autor, hasta el momento no hay evidencia completa de que la supuesta vida de la parte carbonosa de las condritas pertenezca a contaminaciones después de su llegada a la tierra. Es imposible que pueda proceder de un cuerpo planetario existente previamente entre Marte y Júpiter, o que se originase en Marte. También es improbable que condiciones para la evolución de la vida existiesen en la Luna. Como más posible supone que la Luna se contaminase temporalmente con agua y formas de vida durante el principio de la historia terrestre, las cuales perseveraron y posteriormente retornaron a la Tierra. Esta conclusión requiere que la superficie lunar tenga materiales con composición y estructura física similar a la de los petrolitos. También se requiere que el proceso capaz de transferir el agua a la Luna fuese posible en aquel remoto tiempo, así como el capaz de alejarlos de la Luna en la actualidad.

Concluye con la importancia de la exploración lunar y en particular del vuelo del «Ranger», que puede registrar el potasio contenido en la superficie lunar. Puesto que los petrolitos tienen cantidades bajas de potasio, del orden del 0,1 por 100 o menores, condición necesaria pero no suficiente para la validez de la hipótesis, que la superficie lunar tenga éstas o menores concentraciones en potasio.--L. F.

FRAN FEITH, HENRY P. SCHWARZ y EDWARD ANDERS: *Organized elements in Carbonaceous Chondrites*. «Nature», **193**, 1.123 a 1.125, 24 marzo 1962.

Han examinado una serie de muestras procedentes de los meteoritos de Orgueil e Ivuna, donde apreciaron las formas esféricas y las partículas ovales, discutidas como pertenecientes a seres organizados.

Dicen que puede haber dos explicaciones para estas formas encontradas en las troilitas. La existencia de algunos procesos orgánicos que producen estas formas. O suponer que formas de vida extraterrestres de la misma configuración existían en la troilita, procedentes del meteorito originario, las cuales se fosilizaron en la troilita de una manera sin precedentes.--L. F.

ESTRATIGRAFIA

JOSQUÍN MONTORIOL PONS y ADOLFO ERASO: *Etude de plusieurs cas d'alternance en profondeur des morphologies lithogénique et clastique*. Mem. V de la Rassegna Speleologica Italiana. Como, 1961.

Procedieron los autores al análisis de una serie de casos concretos, basándose en los planos de las cuevas o en los cortes seleccionados de las mismas, sin tener en cuenta la expli-

cación de la teoría general de alternancias litológicas-clásticas, publicada por ellos en la revista «Rassegna Speleologica Italiana» en 1951 y 1954.

Las particularidades presentadas en el conjunto de las nueve cuevas españolas estudiadas, son las siguientes: a) Dos procesos litológicos sucesivos en las cavidades interceptoras, repercuten en dos procesos clásticos sucesivos en las zonas inferiores. b) Procesos litológicos en la cavidad interceptora, con un caos de bloques explorable en su parte inferior gracias a una galería falsa. c) Alternancia observada en una cavidad de desarrollo lineal en galerías estrechas. d) Caso en que la cavidad interceptora ofrece una zona pequeña lacustre (los casos c y d reposan sobre conglomerados). e) Caso de alternancia inversa (clástica-litogénica). f) Mecanismo desarrollado de un espacio muy reducido. g) Proceso establecido sobre un plano de inclinación pequeña. h) Inversión de las alternancias a través de los tiempos (clástica-litológica por litológica-clástica). i) Cambio de evolución a través del tiempo y alternancia triple. j) Alternancia triple (litológica-clástica-litológica).—L. DE A.

ESTRATIGRAFIA

JACQUES PAQUET: *Données nouvelles sur le Crétacé subbétique au Sud-Este de Caravaca (province de Murcie, Espagne)*. «Bulletin de la Société Géologique de France», 7e série, tome III, núm. 1, noviembre 1961.

Las Sierras de Quipar y de la Peña Rubia, al Sur de Celhegin, presentan una serie completa del Cretáceo inferior medio. El paso Titónico-Berriásense, según el autor, ha sido puesto en evidencia, así como la existencia de diferentes términos de Neocomiense y del Barreniense. El Aptense no ha podido ser definido de manera cierta. El Albense, está bajo la forma de margas azuladas micáceas, con una forma de Ammonites piritosos.—L. DE A.

FOTOGRAFOMETRIA

DR. W. BRUCKLACHER: *La confección de mapas fotográficos por métodos fotogramétricos*, Versión española por el Dr. E. P. 1962.

Reimpresión del artículo básico presentado por la República Federal de Alemania en la «Segunda Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para Asia y el Extremo Oriente, celebrada en Tokio durante los meses de octubre y noviembre de 1958».

En la confección de colecciones de mapas topográficos se trata, en primer lugar, de mapas completos de extensas regiones. Es una tarea que se suele reservar para los servicios topográficos gubernamentales. La creación de la organización necesaria para confeccionar tales mapas y el suministro de los instrumentos apropiados resultan más fáciles bajo tales condiciones, que si el levantamiento tuviera que ser realizado por empresas privadas, ya que éstas tendrían que superar los obstáculos relacionados con la financiación del proyecto. Cuando se trata de un servicio topográfico nacional, la ejecución es apoyada por más de un departamento: por ejemplo, a menudo se echa mano de los servicios de la Defensa Nacional para el vuelo topográfico.

Desde el punto de vista técnico, el levantamiento topográfico de grandes superficies es una tarea geodésica por la necesidad de proporcionar el esqueleto de puntos de apoyo, como lo es para la fotogrametría, ya que le incumbe a ésta el llenar la red de puntos de apoyo. En

el presente estudio se refiere el autor al trabajo del geodesta sólo en lo indispensable para la comprensión de la materia, porque se trata aquí de esbozar aquellos puntos de vista que guían el levantamiento fotogramétrico.—L. DE A.

F. ACKERMAN: *Consejos para la orientación racional en el estereótopo*. «Photogrammetria», núm. 2, 1958-1959, XV. (Versión española por el Dr. E. P. Bruck). 1962.

Las restituciones topográficas con restituidores fotogramétricos de tercer orden, necesitan puntos de apoyo para cada par de fotos, que se determinan, por regla general, mediante una triangulación aérea espacial. Partiendo de esta base, el autor formula unas sugerencias para simplificar y racionalizar el trabajo de preparación del restituidor para una restitución topográfica, para la cual se aprovechan datos suplementarios fotográficos y de orientación, suministrados por la triangulación aérea. El estudio se refiere al Estereótopo, instrumento característico de tercer orden. Los detalles de las explicaciones se refieren a la preparación de la restitución altimétrica, orientación altimétrica y orientación planimétrica. Un ejemplo numérico ilustra la aplicación práctica de las sugerencias.—L. DE A.

GEOCRONOLOGIA

PIERRE LAFFITTE: *Géochronologie thermique*. «C. R. Acad. de Sciences», París, CCLIV, 2.200 y 01, 19 marzo 1962.

Dice el autor que las técnicas de medición de tiempo absoluto, permiten reducir la edad de un fenómeno, pero está desconocida su duración. Sostiene que la manera de conocer la duración de un fenómeno, se debe basar en la acertada utilización del coeficiente de difusión térmica, el cual está ligado al tiempo por una ecuación diferencial, basada por el autor en que dicho coeficiente permite dar un sentido preciso y calculable a la afirmación: «un calentamiento local no puede ser de gran duración». Sostiene que los yacimientos filonianos o ciertos fenómenos de metamorfismo de contacto pueden tener lugar durante un número reducido de años, e incluso durante unos días. Concluye que el concepto de producción lenta de la mayor parte de los fenómenos geológicos, considerados geológicamente, son instantáneos.—L. DE A.

EDWARD D. GOLBERT y MINORU KOIDE: *Geochronological studies of deep sea sediments by the ionium-thorium*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», XXVI, págs. 417 a 450, marzo 1962.

La técnica ionio-torio para la determinación de los procesos de acumulación de sedimentos marinos, la aplican los autores a una serie de formaciones de los océanos Pacífico, Atlántico e Indico. Los isótopos del torio que se acumulan en minerales autogénicos (presumiblemente derivados del agua del mar) se separan por un tratamiento de la muestra con ácido clorhídrico en caliente. Un modelo de la deposición de las capas superiores de los sedimentos por corrientes superficiales o profundas, es propuesto por los autores, el cual es concordante con los resultados obtenidos por diversos perfiles de relaciones ionio-torio.

Los sedimentos en el Pacífico del Sur tienen un proceso uniforme con pequeñas cantidades de deposición (0,3-0,6 mm/10³ años), mientras que los valores del Pacífico del Norte son,

en general, varias veces superiores. Estos resultados son concordantes con una mayor proporción de componentes sedimentarios de los continentes del área norte. La deposición en el Sur del Atlántico son del mismo orden, milímetros por millar de años como en el Norte del Pacífico, mientras que en las dos depresiones adyacentes del Océano Índico los valores contrastan con los indicados.

Los valores superficiales de la relación ionio-torio, muestran una estrecha correlación geográfica atribuida a las proporciones relativas de las aportaciones continentales.—L. DE A.

GEOFISICA

R. GALLANT: *Frequency of Meteorite Falls throughout the Ages*. «Nature» 193, págs. 1,273 y 74, 31 marzo 1962.

El objeto de este comentario es sobre las dos teorías referentes a la época de la caída de los meteoritos: la una, que tuvieron lugar a través de toda la historia de la tierra, y la otra de que sólo fué en los últimos tiempos del Cuaternario.

Es un hecho que se han descubierto meteoritos anteriores al Cuaternario, como lo son los encontrados en la base del Oligoceno (Cormelles en 1944), y los de los sedimentos eocenos (Zapata 1930).

El autor llega a la conclusión de que han caído meteoritos en la tierra con anterioridad a los últimos tiempos del período Cuaternario.—L. DE A.

EDWARD BULLARD: *El proyecto Mohole*. «Endeavour», XX, N.º 80, pgs. 188 a 196, octubre 1961.

Hace años que se conoce un cambio de las propiedades de las rocas, a la profundidad de 35 km. bajo la superficie de los continentes. Con posterioridad se ha comprobado que esta discontinuidad coincidente con la denominada superficie de Mohorovičić, sólo está a una profundidad de 5 km. bajo el fondo de los océanos. El autor del artículo describe el proyecto para alcanzar esta discontinuidad por medio de un sondeo, así como los resultados obtenidos perforando hasta una profundidad menor un taladro experimental.

Uno o varios sondeos que llegasen y perforasen la mencionada superficie, demostrarían si es un límite entre dos rocas o si es una zona en la que se produce un cambio en la estructura cristalina. Se podría determinar la velocidad de generación de calor por radiactividad en la corteza terrestre, con lo que se limitaría mucho, en relación con nuestros conocimientos, la amplitud de la variación de la distribución de la temperatura en el interior de la tierra. Si se viese que el material bajo dicha superficie se parecía en composición química y radiactividad a los meteoritos, se podría establecer con bastante precisión la historia térmica de la tierra.—L. DE A.

GEOLOGIA

ROBERT HERMAN WAGNER: *Sur le terrain houiller de Cüñera-Matallana*. (León, Espagne). «C. R. Acad. Scienc. Paris», CCLIV, 2393 a 95, 26 marzo 1962.

La región minera de Cüñera-Matallana (León) contiene unos 1.500 m. de sedimentos hulleros de edad estefaniense, plegados por una serie de sinclinales limitados por cabalgaduras procedentes del Sur.

Estos terrenos son discordantes sobre capas plegadas anteriormente y pertenecen en su totalidad al Estefaniense B., probablemente en sus tramos inferior, medio (y superior ?).

Los potentes niveles de lamebranquios de agua dulce se observa en la parte superior del terreno hullero, el cual pertenecer a una facies totalmente limnica.—L. DE A.

FRANCOIS ARBEY y JACQUES LE FOURNIER: *Note préliminaire sur une altération de la glauconie à la base de la série ordovicienne du Sahara*. «C. R. Acad. Scien. Paris», CCLIV, 143 y 144, 3 enero 1962.

Estudian los autores varias muestras pertenecientes a la base del Ordoviciense del Sahara occidental y ponen en evidencia una transformación progresiva de la glauconia en illita dioctáedrica poco ferruginosa, con exudación de sílice y pérdida de hierro. El proceso indicado puede ser general.—L. DE A.

GEONUCLEONICA

MARCEL ROUBAULT y RENÉ COPPENS: *Gîtes uranifères en roches cristallines et radioactivité des roches encaissantes*. «C. R. Acad. Scien. Paris», CCLIV, 393 a 396, 13 enero 1962.

Como consecuencia de numerosas medidas, llegan los autores a que las rocas encajantes de los yacimientos uraníferos, en país cristalino, tienen una radiactividad media elevada. No obstante, cuando el observador se aparta del punto de actividad máxima, la radiactividad de las rocas encajantes, bastante fuerte como consecuencia de una impregnación de la roca, decrece muy rápidamente para alcanzar un valor inferior a la media y crece enseguida. La distancia que separa la localización uranífera del mínimo de la radiactividad de las rocas encajantes es diferente según la importancia del yacimiento, variando de algunos metros para localizaciones poco importantes, a algunos kilómetros en el caso de yacimientos importantes.—L. DE A.

D. KRUMMENACHER, C. M. MERRIHUE, R. O. PEPIN y J. H. REYNOLDS: *Meteoritic krypton and barium versus the general isotopic anomalies in meteoritic xenon*. «Geochimica et Cosmochimica Acta», vol. 26, págs. 231 a 249, febrero 1962.

Son descritas en detalle las anomalías isotópicas generales del xenon meteorítico. En los análisis isotópicos existentes, las anomalías del xenon parecen ser las mismas para todos los meteoritos. En otros casos es bastante evidente que el xenon examinado es una mezcla de «meteorítico» y xenon atmosférico contaminante. Dos análisis de krypton de condritas carbonosas no muestran anomalías que sean significativas comparándolas con las del xenon. El bario de la condrita de Richardton es de composición isotópica normal.

Las posibles causas para la producción de anomalías generales son discutidas y planteadas. Una de ellas debida a Kuroda y Camerón, necesita un exceso de escisión terrestre del xenon y la transferencia del xenon solar a la atmósfera. Este modo implica inmoderados rendimientos para la escisión espontánea. Un mecanismo que proponen necesita escisión meteorítica en exceso y fraccionamiento de grandes masas para el xenon terrestre. Así se las anomalías observadas, pero por procesos un poco improbables. L. F.

L. O. NICOLAYSEN, A. J. BURGER y W. R. LIEBENBERG: *Evidence for the extreme age of certain minerals from the Dominion Reef conglomerates and the underlying granite in the Western Transvaal*. «*Geochimica et Cosmochimica Acta*», 1962, vol. 26 pág. 15-23.

La composición isotópica de las galenas de Witwatersrand indicaron la existencia de un hipotético origen de la uraninita en esta región. Se ha supuesto que estaba originalmente cristalizada hace aproximadamente 3.000 millones de años y que ha sufrido alteración y expulsión de plomo radiogénico a través de su historia. Se presentan aquí nuevos datos de edad para muestras de «roca total» y monacita purificada detritica de los conglomerados del Dominion Reef que yacen bajo el sistema Witwatersrand. Estos datos dan una clara evidencia de que los minerales radiactivos de el Dominion Reef tienen una edad de cristalización del orden de unos 3.100 millones de años. Son probablemente los minerales más viejos radiactivos bien datados.

El análisis de muestras de «roca total» parece ser una importante aportación para el estudio de minerales de uranio en antiguos conglomerados, clara demostración de que lo concerniente al tiempo de deposición del conglomerado en el Dominion Reef es aún una incógnita.—L. F.

GEOQUIMICA

ASOKE MOOKHERJEE: *Certain aspects of the geochemistry of cadmium*. «*Geochimica et Cosmochimica Acta*», vol. 26, págs. 351-360, 1962.

Nuestro conocimiento acerca de la geoquímica del cadmio es incompleto en varios aspectos. El «factor enriquecimiento» para cadmio en la esfalerita, como puede deducirse de datos publicados, es inferior al teórico alrededor de dos órdenes de magnitud. Además, la ausencia de SCD como mineral primario en depósito mineral hidrotermal es en sí un problema.

Experimentos realizados a bajas temperaturas demuestran que el valor teórico del «factor enriquecimiento» se puede obtener cuando tratamos con los componentes puros. Pero la presencia de iones $Cl = (2.0-3.0 M)$ en el sistema, reduce notablemente el valor hasta el actualmente hallado en los criaderos minerales.

Puesto que el $ClNa$ es un constituyente de las inclusiones fluidas ($= 0.8-2.5 M$), se discute que la formación de cloruros complejos de cadmio, cuyas constantes de estabilidad son mucho más altas que las del cinc, causan una notable disminución relativa de la concentración de iones libres de Cd^{++} ; de este modo reducen el valor el coeficiente, dividiendo e impidiendo la aparición del SCD como una fase separada.—L. F.

M. H. CARR y KARL K. TUREKIAN: *Chromium in rhyolite rocks*. «*Geochim. et Cosmochim. Acta*», XXVI, págs. 411 a 15, marzo 1962.

Analizan el cromo de treinta muestras de rocas graníticas por medio de activación neutrónica. Se obtiene una buena correlación de la concentración en cromo con la con-

centración de magnesio. Gran parte del cromo, está en la magnetita de la mayor parte de estos granitos, lo que presenta un interesante problema, al comparar los resultados con los del batolito de California Meridional, donde no se encuentran proporciones significativas de cromo en las magnetitas asociadas con rocas de metamorfismo regional.

El valor del cromo para rocas graníticas con proporciones «altas en calcio» es de 16 a 22 p. p. m. y para las «bajas en calcio» es de 3 a 4 p. p. m.—L. DE A.

C. LIDAK H. KUNO y K. YAMASAKI: *Trace elements in minerals and rocks of the Izu-Hakone region, Japan*. Part. I. Olivine. «*The Jour. of Earth Sci. Nagoya Univ.*» IX-1 a 13 junio 1961.

Después de separar olivinos puros de las rocas de la región de Izu-Hakone en el Japón, se analizan los elementos contenidos en pequeñas cantidades por técnicas espectroquímicas. Los elementos contenidos son: aluminio, bario, calcio, cromo, cobalto, cobre, manganeso, níquel, titanio y vanadio. Comparan los autores las variaciones con relación al manganeso de los elementos mencionados, de las series de rocas pigeoníticas e hipersténicas. El níquel contenido en los olivinos de la última serie, es mayor que los que le debían formar, lo que es indicio de que al menos algunos componentes de la hipersténica roca no derivan del mismo magma que la toleita.—L. F.

C. LIDA: *Trace elements in minerals and rocks of the Izu-Hakone region, Japan*. Part. II. Plagioclase. «*The Jour. of Earth Sci. Nagoya Univ.*» IX-14 a 28 junio 1961.

Separa plagioclasas puras de las rocas de la región japonesa de Izu-Hakone, las cuales se analizan con técnicas espectrográficas. Los elementos estudiados son: bario, cromo, cobalto, cobre, galio, hierro, manganeso, níquel, rubidio, estroncio, titanio y vanadio. Del resultado del análisis, se deduce que las muestras de las series de rocas hipersténicas de esta región se derivan de un basalto rico en alúmina contaminado con rocas ácidas.—L. DE A.

K. SUGAWARA, S. OKABE y M. TANAKA: *Geochemistry of molybdenum in natural waters (II)*. «*The Jour. of Earth Sci. Nagoya. Univ.*» IX-114 a 128, junio 1961.

Extiende los estudios realizados anteriormente de la distribución del molibdeno en las aguas de mar, a las de otras procedencias, como nieve, lluvia, ríos, lagos, manantiales termales, etc. del Japón. También estudian los sedimentos marinos y lacustres, así como los materiales planetónicos, comprendiendo el comportamiento del molibdeno en las aguas naturales.

Consideran el efecto del medio geológico en el contenido del molibdeno de las aguas.

Durante el período de estancamiento han apreciado dos tipos diferentes de distribución vertical del molibdeno en las aguas de los lagos. El primer tipo se caracteriza por un aumento del molibdeno en las capas profundas, con déficit de oxígeno, mientras que Aburaga fuchi, un lago salobre, representa el tipo segundo en que el molibdeno aumenta desde la superficie hasta una cierta profundidad; de allí comienza un repentino decrecimiento acompañado de un fuerte déficit de oxígeno.

Para estos dos tipos de estratificación vertical del molibdeno, establecen sus razonamientos, fundados en experiencias de laboratorio.

En comparación con el cobre, el molibdeno es corrientemente pobre en el plancton, con la excepción del «Rhizosolenia». La conclusión es que el plancton, no aporta mucho molibdeno al enriquecimiento de los sedimentos.—L. DE A.

HIDROLOGIA

JUAN JOSÉ DE ASPURU: *Los sequiajes del Duero*. «Revista de Ciencia Aplicada», tomo XVI, N.º 84, págs. 18 a 27. Enero-febrero, 1962.

Comienza el trabajo con una descripción de la cuenca del Duero y con algunas indicaciones sobre las medidas de las precipitaciones y de los caudales. Después son consideradas las sequías hiperanuales. Se ha establecido una correlación entre las precipitaciones medias en la cuenca y en las estaciones de Soria, Burgos y Valladolid, así como una nueva correlación entre la precipitación representativa de la cuenca así obtenida y las aportaciones anuales en Villachica. Seguidamente se estudian las sequías anuales, las leyes de disminución de caudales en periodos sin lluvias, la previsión de las leyes de disminución de caudales y la capacidad de retención de la cuenca.

Obtiene el autor para la capacidad máxima de retención de la cuenca del Duero la cifra de 537,61 millones de metros cúbicos.

A esta cifra sería preciso agregar el agua que se extrae en los numerosos pozos de la cuenca; según estimación de los Ingenieros de Minas señores Alvarado y Solache, puede llegar a los 21 millones de metros cúbicos anuales; al considerar que en el estiaje la cifra por este concepto puede ser la mitad, llega aproximadamente a los 550 millones de metros cúbicos, lo cual representa una aportación específica de 18,16 mm. de agua. Esta cifra tan importante de retención subterránea explica el gran artesianismo de la cuenca, motivado por las condiciones geológicas de la misma.

En efecto, la cuenca encierra extensas manchas miocénicas, las cuales, principalmente a profundidades de 120 m, originan mantos acuíferos notables; estas zonas se extienden a ambos lados de los ríos Duero y Pisuerga, desde Toro hasta Almazán y Palencia.

MAGNETISMO

GÉRARD TOULOUSE: *Sur la variation séculaire du champ géomagnétique*. «C. R. Acad. Paris», CCLIV, 2020 a 23, 2 abril 1962.

Un análisis armónico del campo magnético medio, a partir de los datos tomados en los mismos lugares en 1935 y 1945, muestra que el eje del dipolo geomagnético no ha variado de manera apreciable. El decrecimiento del momento es concordante con los datos paleomagnéticos.—L. DE A.

MINERAIURGIA

J. E. LÉGER: *Les réalisations françaises dans le domaine du traitement des minerais D'uranium*. «Energie nucléaire IV», 16 a 23 enero-febrero 1962.

En opinión del autor y gracias al desarrollo alcanzado en la industria de los minerales de uranio, se ha situado Francia en el cuarto lugar como productora de uranio, después de Estados Unidos, Canadá y Africa del Sur.

Actualmente hay tres fábricas de tratamiento de los minerales de uranio de la metrópoli: Ecarpiere, donde el tratamiento se basa en la técnica de intercambio iónico; Bessines, en la que se recurre a la técnica de los solventes junto con la de cambio iónico, y Forez donde se emplea la concentración de líquidos de extracción en dos tiempos. Por último, se estudia y construye en Mounan (Gabón), por técnicos franceses, una análoga a la de Forez.

Considera el artículo las características de esta fábrica y el importante papel de la química en la producción de concentrados de uranio.—L. DE A.

RADIATIVIDAD

E. PICCIOTTO, S. WILGAIN, P. KIPFER y R. BOULENGER: *Radioactivité de L'Air-Dans L'antarctique en 1958 et profil radioactif entre 60° N et 70° S*. «Radioisotopes in the Physical Sciences and Industry», págs. 45 a 56. Vienna 1962.

Los autores presentan en forma resumida los resultados de las mediciones de la radiactividad atmosférica efectuadas durante el Año Geofísico Internacional (1958), de acuerdo con el programa de la Expedición Antártica belga 1957-1958. Dichas mediciones se refieren a la concentración de productos de escisión y de radioelementos naturales (radón, torón, radio D) en el aire y en las precipitaciones, así como a la intensidad de la precipitación radiactiva.

Los autores tratan asimismo de la distribución de los productos de escisión a lo largo del meridiano 24 E. desde 60° N. hasta 70° S.

Demuestran la existencia de productos de escisión en la atmósfera y en las precipitaciones antárticas. Su concentración media en 1958 corresponde a una actividad de 0,12 desintegraciones por minuto/m³, esto es, alrededor de un 2 por 100 de la concentración registrada en el hemisferio norte. La concentración de Po en el aire asciende a 10⁻¹⁵ curies/m³. Estos radionúclidos pueden utilizarse para determinar la edad de las capas de nieve y de hielo formadas durante las últimas décadas, y para medir sus índices de acumulación sobre el continente.

La distribución de los productos de escisión a lo largo de un meridiano y el conocimiento de su edad media permiten obtener ciertos datos sobre el intercambio meridional de las masas de aire.—L. F.

SEDIMENTOLOGIA

RICHARD D. MCIVER: *Ultrasonics: A Rapid method for removing soluble organic matter from sediments*. «Geochimica et Cosmochimica Acta», vol. 26, págs. 343-345, 1962.

La materia orgánica soluble en sedimentos puede ser aislada rápidamente usando ultrasonidos. Este sonido de alta frecuencia somete los sedimentos finamente molidos a un vigoroso frotamiento con solventes orgánicos. Es tan efectivo, que diez minutos de este tratamiento reemplaza seis horas de tratamiento convencional con disolventes calientes. Los análisis realizados empleando este nuevo método de extracción son caracterizados por mayor precisión y mayores rendimientos de materia orgánica soluble.—L. F.

SISMOLOGIA

YVES ROCARD: *Effet de la profondeur ou de l'altitude d'une explosion sur ses signaux séismiques*. «C. R. Acad. Scienc. Paris», CCLIV, 2404 a 06, 26 marzo 1962.

Gracias a una ley de probabilidades, el estudio de los resultados de numerosas explosiones químicas y de algunas nucleares, permiten establecer una ley que fija la amplitud sísmica en función de la altitud o de la profundidad de la explosión.—L. DE A.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

En este Instituto, fundado en el año 1849, existen laboratorios donde se estudian, analizan y ensayan, rocas, menas, minerales, aguas, combustibles, tierras coloidales y productos metalúrgicos e industriales. También se efectúan determinaciones espectroquímicas, químicas y de constantes físicas, estructuras cristalinas y mediciones de radiactividad, así como separación y concentración de menas por sus diversas técnicas, y ensayos industriales de las mismas.

Tanto para investigación como para fines docentes, se preparan colecciones de ejemplares y también se realizan clasificaciones de rocas, minerales y fósiles.

Los estudios y prospecciones geofísicas se efectúan por métodos eléctricos, sísmicos, magnéticos, gravimétricos y radiactivos.

Se ejecutan estudios e informes geológicos, así como investigaciones de criaderos y asesoramientos para la explotación de los mismos.

Se redactan proyectos de alumbramientos de aguas subterráneas y se proporcionan toda clase de asesoramientos para la ejecución de los mismos.

Con destino a Entidades y particulares se ejecutan toda clase de trabajos relacionados con las especialidades del Instituto.

LISTA DE PRECIOS DE LAS PUBLICACIONES DEL INSTITUTO
GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA PARA PENINSULA IBERI-
CA, HISPANO-AMERICANA Y FILIPINAS

	Ptas.

BOLETINES	
Boletines, cada tomo	200
NOTA Y COMUNICACIONES	
Notas y Comunicaciones, cada ejemplar hasta el núm. 60	50
Desde el núm. 61	60
MEMORIAS	
GEOFÍSICA	
La Interpretación Geológica de las Mediciones Geofísicas. Tomos 1.º, 2.º, 3.º y 4.º, cada uno	250
Idem, id. Tomo 5.º	150
CRIADEROS DE HIERRO	
Hierros de Murcia	50
Idem de Asturias	50
Idem de Galicia, cada tomo	50
Idem de Sevilla, Jaén y Córdoba	100
Idem de Almería y Granada	100
Idem de Guadalajara y Teruel	100
VARIOS	
Estudio petrográfico de la Serranía de Ronda	50
Monografía de las melanopsis	50
Conchas bivalvas de agua dulce	50
Memoria del Uranio (agotada)	100
El petróleo	50
Cuenca del Alto Tajo. Alcalá de Henares	50

	Ptas.

La cordillera del Rif (dos volúmenes de texto, uno de láminas)	150
Reservas municipales de piritas, cada tomo	100
Reservas mundiales de fosfatos, cada tomo	100
Libro Jubilar (tomos I y II, cada uno)	100
Las nuevas ediciones del Mapa Geológico de la Península y escala 1:1.000.000 (1952) y 1955) publicadas por el Instituto Geológico y Minero de España	20
El Cretáceo en España	100
Resumen de la Historia geológica de la Tierra	200
Temas Geológicos de Mallorca	250
Introducción al estudio de Petrología Estructural	125
Memoria de Cantillana	80
Estudio Metalogénico de la Sierra de Cartagena	100
Memoria explicativa de Marruecos	100
C. R. XIV Congreso Geol., cada tomo	100
Cordillera Cantabrique	200
Mapa del Hierro, con explicación	30
Mapa del Carbón, con explicación	30
Memorias Generales Anuales	25
Catálogo general de publicaciones	25

GUÍAS GEOLÓGICAS

Estrecho de Gibraltar	50
Los platinos de la serranía de Ronda	50
Minas de plomo y cobre Linares-Huelva (francés o inglés)	50
Sierra Morena-Sierra Nevada	50
Terciario continental de Burgos	50
Minas de Almadén (francés)	50
Isla de Mallorca	50
Sierra de Guadarrama	50
Aranjuez	50
Asturias (sólo en francés)	50
Sierra Morena-Llanura Bética	50
Despeñaperros	50
Guía geológica del ferrocarril Madrid-Sevilla	50
Idem, id. Madrid-Irún	50

BOLETINES DE SONDEOS

Tomo 1.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Cada fascículo	50
Tomo 2.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Idem	50
Tomo 3.º (fasc. 1.º)	50

MAPA GEOLOGICO

CARTOGRAFÍA	Ptas.
Mapa Geológico de España, escala 1:1.500.000 (entelado)	100
Idem id., a 1:1.000.000 (cuatro hojas) 1955	230
Idem id., hojas sueltas, cada hoja	100
Idem id., escala 1:1.400.000 (cada hoja)	20
Idem id., nueva edición (cada hoja)	40
Mapa provincial de Barcelona, Cádiz, Huesca y Lérida, escala 1:200.000, cada uno ...	100
Hojas del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000	30
Atlas estratigráfico de la cuenca hullera asturiana	100
Mapa de Guinea, escala 1:400.000	25
Mapa Manantiales Medicinales a 1:1.500.000	50
Mapa Vulcanológico 1:1.000.000	50
Mapa del Sahara 1:1.500.000	100
Mapa Sismotectónico de la Península Ibérica a 1:2.500.000	75
Mapa provincial de Cádiz a escala 1:1.000.000	200
Mapa Topográfico de Asturias de Schultz	100
Mapa de Marruecos a 1:400.000	100
Mapa Geológico 1:4.500.000	25
Hojas de Marruecos a escala 1:50.000 (cada hoja)	30
MEMORIAS.	
Explicación Mapa 1:1.000.000, tomos I y II (cada tomo)	100
Explicación del Mapa Geológico de España a escala 1:400.000, cada tomo	50
Memorias provinciales de Huesca y Lérida, cada una	100
Memorias del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000	50
Datos para el estudio de las Hojas del Mapa Geológico 1:50.000, Gijón-Oviedo ...	50
Memorias del Mapa Geológico de Marruecos a escala 1:50.000	50

Estas publicaciones se manda a provincias, contra reembolso de su importe.

Para las Librerías.—Los pedidos hechos por librerías tendrán un 25 por 100 de descuento.

Para los demás países.—Los precios son dobles de los marcados en esta lista.

Relación de depósitos de publicaciones de este Instituto

Barcelona.—Suministros Escolares: Plaza Universidad, 11.

Coruña.—Librería Zincke Hermanos: Cantón Grande, 21.

Madrid.—Librería Geográfica Sucar: Joaquín M.^a López, 68.

Oviedo.—Agencia Editorial Santa Clara: Paseo de Santa Clara, 2.

Palma de Mallorca.—Libros Mallorca: Call, 1.

Santiago de Compostela.—Librería González: Rúa del Villar, 46-52.

Tuy (Pontevedra).—Bazar Alberto: Paseo Calvo Sotelo, 25.

Valencia.—Librería Maragat: Plaza del Caudillo, 22.

Zaragoza.—Librería General: Independencia, 8.

INDICE

	PÁGS.
Observaciones complementarias y experimentales sobre la magnesita sedimentaria, por JOAQUÍN GÓMEZ DE LLARENA	5
Estudio geológico en torno a un nuevo yacimiento de flora supracretácica española, por C. GAIBAR-PUERTAS	37
Una revisión del Nummulítico mallorquín, por B. ESCANDELL y G. COLOM	73
Relación de las principales actividades para investigación de hidrocarburos, llevadas a cabo en España durante 1961, por J. M. ^a Rfos	143
Etude géologique préliminaire du microgranite du pic de Cerler (province de Huesca, Espagne) et des filons qui en dépendent, por MICHEL WATERLOT	189
La edad de los esquistos de la Alcuía, por EMMANUEL BOUYX	197
Aplicaciones de la Geología a las explosiones nucleares subterráneas, por NICHOLAS M. SHORT	201
La <i>Exogyra flabellata</i> , Goldfuss y su distribución estratigráfica, por INDALECIO QUINTERO y JOSÉ DE LA REVILLA	219
Las rocas del Cámbrico, por LUIS C. GARCÍA DE FIGUEROLA	233
Servicio pluviométrico en el año agrícola 1960-61, de la Delegación de Las Palmas del Instituto Geológico y Minero de España, por EMILIO FERNÁNDEZ GONZÁLEZ	249
Constitución de una nueva clase (<i>Ambulatia</i>) para los llamados «Reptiles mamíferos», por M. CRUSAFONT PAIRÓ	259
Estudio de los criaderos de fosfatos de la parte centro-occidental de la provincia de Cáceres	267
Algunos términos corrientes sismológicos, por J. M. L. DE A.	291
Notas paleontológicas, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.	293
Noticias	315
Datos estadísticos	317
Cotizaciones y Comercio	324
Criaderos	328
Novedades industriales y científicas	330
Reuniones científicas	335
Reservas mineras	353
Notas bibliográficas	359
Biopaleontología	361
Espeleología	361
Estratigrafía	362
Fotogrametría	362

Geocronología	363
Geofísica	364
Geología	364
Geonucleónica	365
Geoquímica	366
Hidrología	368
Magnetismo	368
Mineralurgia	369
Radiactividad	369
Sedimentología	370
Sismología	370
Instituto Geológico y Minero de España	371

